



**Hinc patriam sustinet**

**Instituto Superior de Agronomia**  
**Universidade Técnica de Lisboa**

## **Monitorização da solução nutritiva na cultura da roseira em fibra de coco**

**Filipe Daniel da Silva Matos**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em

**Engenharia Agronómica**

Orientador: Doutor António José Saraiva de Almeida Monteiro

Co-orientador: Doutor Ernesto José de Melo Pestana de Vasconcelos

### **Júri:**

Presidente: - Doutora Cristina Maria Moniz Simões de Oliveira, Professora Associada com Agregação do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa.

Vogais: - Doutor António José Saraiva de Almeida Monteiro, Professor Catedrático do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa;

- Doutor Henrique Manuel Filipe Ribeiro, Professor Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa.

Lisboa, 2013

## **Resumo**

Neste trabalho estudou-se como a fertirrega da roseira afecta a fibra de coco ao longo do tempo em que as roseiras estão instaladas nesse meio de cultura. Sendo a fibra de coco um substrato orgânico possui complexo de troca catiónica, e por isso é susceptível de sofrer alterações na sua composição. Para isso recolheram-se amostras de solução nutritiva, de fibra de coco e da solução de drenagem, num total de 5 modalidades de uma variedade e 2 de outra, para comparação. Posteriormente efectuaram-se análises laboratoriais para determinar o pH, a condutividade eléctrica e principais nutrientes dessas amostras, e análises de variância para verificar as diferenças entre modalidades. Os resultados da solução nutritiva não apresentaram diferenças entre sectores de rega, mas diferenças entre as colheitas. Os resultados de fibra de coco e da solução de drenagem foram constantes mostrando que a composição química aumentou das modalidades mais recentes para as mais antigas, estabilizando, excepto algumas diferenças pontuais nalguns nutrientes e na última modalidade. Conclui-se que existe algum problema na formulação da solução nutritiva, e que no início, o substrato compete com as plantas pelos nutrientes preenchendo o seu CTC, e que não existiram diferenças significativas no comportamento das duas variedades.

**Palavras-chave:** Fertirrega; Roseira; Fibra de Coco; Solução Nutritiva; Solução de Drenagem; Substrato Orgânico.

## **Abstract**

We studied how fertigation of cut-roses affects coconut fiber over the time roses are installed in this culture medium. Coconut fiber, being an organic substrate, has a cation exchange complex, and is likely to undergo changes in its composition. To this end, samples were taken from the nutrient solution, coconut fiber and the drainage solution, a total of five modalities of a variety and another 2 of other variety for comparison. Later, laboratory analyzes were performed to determine the pH, electrical conductivity and key nutrients of those samples, and analyzes of variance to investigate the differences between modalities. The results of the nutrient solution did not differ between sectors of irrigation, but differed between the collections. The results of coconut fiber and drainage solution were constant showing that the chemical composition increased from the newest to oldest modalities, stabilizing, except some differences in some specific nutrients and the last modality. Therefore we concluded that there is a problem in the formulation of the nutritive solution, and that at the beginning, the substrate competes with the plant nutrients by filling its CEC, and that there were no significant differences between the behaviors of the two varieties.

**Keywords:** Fertigation; Cut-roses; Coconut Fiber; Nutrient Solution; Drainage Solution; Organic Substrate.

## Extended Abstract

At Horto-Florícola de Santo Antão, Lda the production of cut-roses is made all year around in heated greenhouses, and uses fertigation and coconut fiber as growing medium. Throughout the campaigns pH and electrical conductivity analysis are made as a mean of controlling the production. In those analyses the company noted that values, mainly of electrical conductivity, were different within the same variety of roses. Coconut fiber, being an organic substrate, as a cation exchange complex which can change throughout the time if chemical elements are added to it. Therefore the company suspected that the one of the main reasons for differences between the analyses of the electrical conductivity might be the age of the coconut fiber.

The intention of this study was to monitor the composition of the nutrient solution to determine the influence of substrate on nutrient availability to plants and the change in solution composition drainage, depending on the age of the substrate, so that information collected may enable the adjustment of the composition of nutrient solution according to the age of the substrate, as well as to verify the composition of substrates of different ages, in order to check whether there are significant differences between them and making these verifications, if possible, at more than one variety.

Therefore, there were made collections, at the company, of the nutrient solution, of the coconut fiber and the drainage solution. The variety “Avalanche” wich was planted in coconut fiber that included fiber with one to 5 years was chosen, and another variety, “Deepwater”, planted in coconut fiber with two the first two years of culture for comparison was chosen also, in a total of 7 modalities. The samples of drainage solution and coconut fiber were collected in accordance with modalities and the nutrient solution with the irrigation sectors in which the modalities were installed. Afterwards the samples were chemically analyzed for pH, electrical conductivity and key nutrients and the values subjected to a variance analyses to determine if there were differences between the modalities and posterior statistical tests to determine which of those means really differed.

The results were consistent. For the nutrient solution, there were no significant differences between the sectors but there were between the collections made. Four cases stand out: the values of  $\text{NH}_4^+$  from the third collection were too low from the rest of the collections; the values of  $\text{P}_2\text{O}_5$  from the second collection were too low from the rest of the collections; the values of Cu were almost all of them null; the values of Fe, Zn and Mn from the fourth collection were very low from the rest of the collections.

The values of coconut fiber were also consistent. In one of the varieties, the pH seems to have a tendency to increase in the first two years and decrease in the last two; electrical conductivity, removing the outlier of the last modality, tends to increase along the years, and in general the nutrients tend to increase the substrate from the 3rd year. On the second variety the quantity of nutrients also tends to increase, but the increase is much bigger than in the other variety, which doesn't make sense, because the values of the electrical conductivity are similar.

In the drainage solution, the values for the majority of the elements were lower on the younger modalities, increasing in older, stabilizing. However the last modality values decreased, reaching in some elements, reaching values close to the newer modalities, such as phosphorus. The pH was the great exception in terms of behavior, decreasing slightly in 2nd year and stabilizing and increasing dramatically in the 5th year. There were no big differences between the results of both varieties.

With this work it is possible to conclude that: there were no differences in the nutrient solution between the sectors, but there are between collections, which may indicated that there may be a problem in the formulation of the nutrient solution, because the solution it is supposed to be constant over the time. As the nutrient solution is supplied to roses grown on coconut fiber, this will fill its exchange complex, becomes saturated after four years of cultivation, the pH being ammoniacal nitrogen and the only exceptions, since the pH decreases and  $\text{NH}_4^+$  increases at 5 years. Although the values were constant, at the end of five years show a different behavior, not following the trend of the previous years, one cannot conclude the cause of this difference to the results. It is therefore recommended, at least during the first three years of use of coconut fiber, an increment of the amount of nutrients supplied to culture due to competition between the roses and coconut fiber, that can retain in its complex cation exchange the elements that were for the plant. The values of the drainage solution corroborate the behavior of the coconut fiber, since the early years, the composition of the drainage solution is lower due to the nutrients that were trapped in the coconut fiber and absorbed by plants, and as the exchange complex of coconut fiber becomes filled, there are more nutrients being leached. Comparing the two varieties, we can conclude based on the results of the drainage solution, that they behave identically. However the results of coconut fiber had differences. In the variety "Avalanche" they remained close in the first two years, but in the variety "Deepwater," they increased dramatically. These results are strange, because the values of electrical conductivity are identical, so we can conclude that either there was some kind of measurement error in the values of electrical conductivity or the measurement of the remaining elements, the cause is unclear.

## Índice

Resumo.....	i
Abstract.....	ii
Extended Abstract.....	iii
1. Introdução .....	1
2. Revisão Bibliográfica.....	3
2.1. Substratos.....	3
2.1.1. Propriedades físicas dos substratos .....	4
2.1.2. Propriedades químicas dos substratos .....	5
2.1.3. Capacidade de troca catiónica (CTC) .....	6
2.1.4. Reacção do substrato (pH) .....	7
2.1.5. Relação Carbono: Azoto (C/N) .....	8
2.1.6. Propriedades biológicas dos substratos .....	9
2.2. A fibra de coco .....	10
2.2.1. Propriedades físicas da fibra de coco .....	10
2.2.2. Propriedades químicas da fibra de coco .....	12
2.2.3. Propriedades biológicas da fibra de coco .....	13
2.3. Cultura Sem Solo.....	13
2.4. Fertirrega .....	15
2.4.1. Preparação da Solução Nutritiva .....	16
2.4.2. Sistemas Abertos <i>versus</i> Sistemas Fechados.....	17
2.5. Fertirrega da Roseira .....	18
2.5.1. Necessidade e Absorção de Nutrientes da Roseira.....	18
2.5.2. Soluções Nutritivas da Rosa.....	19
2.5.3. Rega da Roseira .....	21
3. Material e Métodos.....	23
3.1. Caracterização das Estufas .....	23
3.2. Escolha da Variedade .....	24
3.3. Colheita de Amostras.....	25

3.3.1. Colheita da Solução Nutritiva .....	25
3.3.2. Colheita dos substratos .....	25
3.3.3. Colheita de Solução de Drenagem .....	26
3.4. Análise das Amostras Recolhidas .....	28
3.4.1. Análise Laboratorial .....	28
3.4.2. Tratamento e Análise Estatística dos Resultados .....	29
4. Resultados e Discussão .....	30
4.1. Solução Nutritiva .....	30
4.2. Fibra de Coco .....	36
4.3. Solução de Drenagem .....	40
5. Conclusões .....	47
6. Bibliografia .....	49
7. Anexo .....	53

## Índice de Figuras

<b>Figura 1</b> - Influência do pH na disponibilidade de nutrientes num solo mineral (a) e num substrato orgânico (b) (Fonte: Ribeiro <i>et al.</i> , 2001).....	8
<b>Figura 2</b> - Configuração-tipo de uma estação de injeção de fertilizantes (Fonte: Zoldske <i>et al.</i> , 2003).....	17
<b>Figura 3</b> - Evolução das condutividades eléctricas em função do tempo nas modalidades AV'09 e AV'10.....	27



## Índice de Quadros

<b>Quadro 1</b> - Porosidade total e capacidade de retenção de água a pF 1, pF 1,7 e pF 2 (% em volume) de uma fibra de coco e de dois substratos considerados ideais (Adaptado de Ribeiro <i>et al.</i> , 2001).	11
<b>Quadro 2</b> - Exemplo de algumas soluções nutritivas, em mg/L, para a cultura da roseira (Adaptado de Alonso <i>et al.</i> , 2005)	20
<b>Quadro 3</b> - Composição da solução nutritiva usada na rega das roseiras, com condutividade em mS/cm e nutrientes em mg/L.	24
<b>Quadro 4</b> - Datas das colheitas de solução nutritiva e hora do início da rega.	25
<b>Quadro 5</b> - Datas e horas das colheitas de amostras de drenagem.	27
<b>Quadro 6</b> - Valores de pH da solução nutritiva por colheita e sector.	30
<b>Quadro 7</b> - Valores da condutividade eléctrica da solução nutritiva (mS/cm) por colheita e sector.	31
<b>Quadro 8</b> - Valores do $\text{N-NH}_4^+$ da solução nutritiva (mg/L) por colheita e sector.	31
<b>Quadro 9</b> - Valores do $\text{N-NO}_3^-$ da solução nutritiva (mg/L) por colheita e sector.	32
<b>Quadro 10</b> - Valores do P da solução nutritiva (mg/L) por colheita e sector.	32
<b>Quadro 11</b> - Valores do K da solução nutritiva (mg/L) por colheita e sector.	33
<b>Quadro 12</b> - Valores do Na da solução nutritiva (mg/L) por colheita e sector.	33
<b>Quadro 13</b> - Valores do Ca da solução nutritiva (mg/L) por colheita e sector.	34
<b>Quadro 14</b> - Valores do Mg da solução nutritiva (mg/L) por colheita e sector.	34
<b>Quadro 15</b> - Valores do Fe da solução nutritiva (mg/L) por colheita e sector.	35
<b>Quadro 16</b> - Valores do Zn da solução nutritiva (mg/L) por colheita e sector.	35
<b>Quadro 17</b> - Valores do Mn da solução nutritiva (mg/L) por colheita e sector.	36
<b>Quadro 18</b> - Médias dos valores de fibra de coco das sete modalidades, com condutividade eléctrica em mS/cm e restantes elementos em mg/L.	37
<b>Quadro 19</b> - Valores do pH na solução de drenagem por colheita e por modalidade.	40
<b>Quadro 20</b> - Valores da condutividade eléctrica na solução de drenagem (mS/cm) por colheita e por modalidade.	41
<b>Quadro 21</b> - Valores do $\text{N-NO}_3^-$ na solução de drenagem (mg/L) por colheita e por modalidade.	42
<b>Quadro 22</b> - Valores do P na solução de drenagem (mg/L) por colheita e por modalidade.	42
<b>Quadro 23</b> - Valores do K na solução de drenagem (mg/L) por colheita e por modalidade.	43
<b>Quadro 24</b> - Valores do Na na solução de drenagem (mg/L) por colheita e por modalidade.	44
<b>Quadro 25</b> - Valores do Ca na solução de drenagem (mg/L) por colheita e por modalidade.	44

<b>Quadro 26</b> - Valores do Mg na solução de drenagem (mg/L) por colheita e por modalidade.	
.....	45

## 1. Introdução

A rosa há muito que é cultivada pelo Homem, sendo o seu cultivo citado por autores da Grécia e Roma antigas (Juscafresa, 1975). Hoje em dia todas as rosas comerciais produzidas são híbridos descendentes de *Rosa gigantea* e *Rosa chinensis*, duas espécies que foram cruzadas na China antes do século XIX para produzir as chamadas rosas da China (Hasek, 1980).

Conhecida como a “rainha das flores”, é das plantas ornamentais mais cultivadas no mundo, importante para a economia de muitos países, e por isso mesmo encontra-se amplamente estudada ao nível da sua fisiologia, nutrição e técnicas culturais. Sendo cultivada tanto ao ar livre como em estufa, estes estudos permitem que a sua produtividade seja elevada e a qualidade seja óptima.

No entanto as técnicas de produção são muitas e ainda há muito para desenvolver. De entre estas técnicas a que se tem vindo a difundir mais em Portugal é a sua cultura em estufa sem uso de solo com fertirrigação. Deste modo torna-se importante conhecer as características deste tipo de técnicas, suas vantagens e desvantagens, de modo a aproveitá-las da melhor forma para que a rentabilidade da sua produção seja vantajosa para os empresários ao mesmo tempo que se satisfaz as necessidades dos consumidores.

Uma das formas de produzir rosas sem solo, é utilizar substratos naturais ou orgânicos. Apesar das características destes substratos serem conhecidas, pouco se sabe como estes substratos se alteram com a sua utilização, com a aplicação de compostos químicos fertilizantes, e como a interacção com determinada cultura pode eventualmente alterá-los, pois este tipo de substratos são potencialmente componentes de formação de solo (FAO, 1990).

Uma das empresas em Portugal que usa este tipo de técnica é a Horto-Florícola de Santo Antão, LDA na Batalha. Esta empresa usa exclusivamente a fibra de coco como meio de cultura das suas roseiras e, ao longo das suas campanhas, efectua medições ao pH e condutividade eléctrica dos lixiviados como forma de monitorização. Nessas medições constatou que nos lixiviados da mesma variedade essas medições tinham diferenças conforme a idade do coco em que as roseiras se encontravam instaladas, suspeitando que ao longo do tempo existam alterações no complexo de troca catiónica da fibra de coco. Trata-se de um problema importante, pois a solução nutritiva utilizada pela empresa poderá não ser a ideal para todas as plantas, pois estas encontram-se instaladas em substratos com idades diferentes.

Colocou-se então a hipótese que o complexo de troca catiónica se altera ao longo do tempo conforme a solução nutritiva é aplicada a este. Caso esta hipótese seja confirmada dever-se-á ajustar a solução nutritiva a aplicar a cada substrato, conforme a sua idade.

Pretendeu-se com este trabalho monitorizar a composição da solução nutritiva e determinar a influência do substrato na disponibilidade de nutrientes para as plantas, bem como a variação da composição da solução de drenagem em função da idade do substrato de forma a que as informações recolhidas possibilitem acertar a composição da solução nutritiva em função da idade do substrato, bem como verificar a composição química de substratos de diferentes idades de forma a verificar se existem diferenças significativas entre eles, e se possível fazer estas verificações em mais do que uma variedade para comparação.

## 2. Revisão Bibliográfica

### 2.1. Substratos

Em horticultura, é considerado como substrato todos os materiais sólidos diferentes do solo, utilizados no cultivo de plantas, podendo ser de origem natural, sintética ou residual, podendo ser ainda mineral ou orgânico e constituído por um único material ou por uma mistura de dois ou mais (López, 2005).

Ao produzir-se plantas dentro de qualquer recipiente, o desenvolvimento das suas raízes é limitado ao volume do recipiente, e por isso as exigências relativamente à capacidade de retenção de água, arejamento e disponibilidade de nutrientes do substrato, onde a cultura é efectuada, são muito mais intensas, ao contrário do que acontece às plantas cultivadas em pleno campo, onde o volume de solo é, teoricamente, ilimitado (Ribeiro *et al.*, 2001).

Assim, quando se pensa num substrato para a produção de plantas em recipientes, deve-se ter em conta certas características que se adequem à cultura que se pretende produzir.

Essas características estão directamente relacionadas com (Ribeiro *et al.*, 2001):

- Retenção de água e arejamento (propriedades físicas);
- Nutrição das plantas (propriedades químicas);
- Estabilidade dos materiais (propriedades biológicas).

Portanto, os substratos, para além de servirem de suporte às plantas, também estão relacionados com o fornecimento de ar, água e nutrientes, e um equilíbrio entre estes três parâmetros é essencial para o sucesso das culturas (Ribeiro *et al.*, 2001; Berjón *et al.*, 2004).

Um substrato é composto por uma fase sólida, que garante o suporte do sistema radicular e estabilidade da planta; e duas fases que se encontram nos poros do substrato: a fase líquida, que assegura o fornecimento de água e de nutrientes, e a fase gasosa, que assegura as trocas de oxigénio e de dióxido de carbono entre a actividade das raízes e microbiana e a atmosfera (Ribeiro *et al.*, 2001; Lemaire *et al.*, 2003).

### 2.1.1. Propriedades físicas dos substratos

Os principais factores de natureza física que afectam o desenvolvimento das plantas são as condições hídricas e de arejamento dos substratos, factores esses que afectam também as propriedades térmicas, a actividade biológica e a disponibilidade de nutrientes (Ribeiro *et al.*, 2001).

De modo geral um bom substrato, para cumprir correctamente as suas funções de regulação e fornecimento de água e de ar, deve possuir (Ribeiro *et al.*, 2001; Lemaire *et al.*, 2003; Berjón *et al.*, 2004):

- uma elevada porosidade;
- uma elevada capacidade de retenção de água;
- uma rápida drenagem;
- um bom arejamento.

De acordo com as suas propriedades físicas, os substratos podem ser classificados em 4 categorias, correspondendo a 4 comportamentos diferentes em relação à irrigação (Ribeiro *et al.*, 2001; Lemaire *et al.*, 2003):

**Tipo I.** Substrato arejado com grande disponibilidade de água e poder tampão hídrico potencial elevado acima dos -5 kPa (pF 1,7).

São materiais com elevada porosidade total (>85%), porosidade livre a pF 1 elevada (>20%) e uma disponibilidade de água também elevada (>25%). É o que se pode considerar, em termos físicos, de «substrato ideal». A maioria dos substratos deste tipo são misturas de matérias, e permitem uma grande maleabilidade na condução da irrigação, e não é de recear problemas de asfixia radicular em situações de excesso de água, e a grande disponibilidade de água permite às plantas suportarem grandes períodos sem irrigação.

**Tipo II.** Substratos pouco arejados com disponibilidade hídrica média a elevada.

Pode-se encontrar 2 tipos de materiais neste grupo:

II a) são materiais de porosidade total média a elevada (80 a 90%) e capacidade de retenção de água elevada, mas com arejamento baixo (<20%) e disponibilidade de água abaixo dos 20%, devido a ficar fortemente retida tornando-se pouco disponível.

II b) materiais como as areias, com características parecidas com as anteriores, com excepção à porosidade que neste caso é baixa, e capacidade de retenção de água reduzida, abaixo de pF 1,7.

Neste tipo existe um risco elevado de asfixia radicular se a irrigação for excessiva. Como a disponibilidade de água não vai ser muito elevada, as regas devem ser mais frequentes.

**Tipo III.** Substratos muito arejados e baixa disponibilidade de água.

Materiais de textura grosseira, de porosidade muito variável, mas com baixa microporosidade, e, por isso, com baixa retenção de água a pF 1.

Os materiais deste tipo são principalmente utilizados em misturas com os materiais do tipo II, para melhorar o seu arejamento; a utilização destes materiais, sem ser em misturas, obrigaria a um número muito elevado de regas com pequena dotação de água.

**Tipo IV.** Substratos arejados com grande disponibilidade de água, mas com baixa reserva de água abaixo de pF 1,7.

São materiais de estrutura fibrosa, com energia de retenção de água bastante baixa. A distribuição de água e ar em substratos deste tipo de materiais, é irregular, verificando-se que a razão ar/água diminui rapidamente do topo para a base.

Fazem parte deste grupo fibras minerais (lã de rocha) e fibras vegetais (fibra de coco). Como a reserva de água é quase inexistente, apesar da elevada disponibilidade, a vigilância permanente da irrigação neste tipo de substratos é obrigatória.

### 2.1.2. Propriedades químicas dos substratos

Por propriedades químicas, os utilizadores de substratos hortícolas entendem geralmente aquelas que são susceptíveis de modificar a composição química da fase líquida que o substrato detém, particularmente, o teor de elementos minerais necessários à nutrição vegetal (Lemaire *et al.*, 2003).

Essa fase líquida, retida no substrato e onde as plantas vão retirar os elementos nutritivos, é uma solução aquosa que contém essencialmente iões. Os principais iões são (Lemaire *et al.*, 2003):

- Catiões:  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ;

- Aniões:  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ .

Na ausência de plantas, a composição do substrato é alterada quando em contacto com a solução nutritiva devido (Lemaire *et al.*, 2003):

- À existência de fenómenos de troca devido à capacidade de troca catiónica do substrato;
- Aos processos de insolubilização ou de solubilização;
- À instabilidade biológica do substrato resultante da produção ou utilização dos elementos minerais.

### **2.1.3. Capacidade de troca catiónica (CTC)**

Certos materiais sólidos, usados como substratos ou na sua formulação, são compostos por colóides (fracção menor que 0,002 mm) de natureza orgânica e/ou mineral, e que desenvolvem à sua superfície, cargas eléctricas predominantemente negativas. Esses colóides têm a capacidade de atrair (adsorver) para a sua superfície os catiões da fase líquida dos substratos. Os catiões adsorvidos podem ser removidos das suas posições, por troca de outros catiões, ficando assim disponíveis para serem absorvidos pelas plantas (Ribeiro *et al.*, 2001; Berjón *et al.*, 2004).

Entende-se por complexo de troca o conjunto dos componentes do substrato que estão envolvidos nos mecanismos de adsorção, e que funciona como reservatório de nutrientes catiões, que vão sendo libertados para a solução do substrato à medida que a planta os absorve; e denomina-se por capacidade de troca catiónica o total de catiões em posição de troca (Ribeiro *et al.*, 2001).

Um substrato é considerado como quimicamente activo quando tem capacidade de troca catiónica (Ribeiro *et al.*, 2001, Lemaire *et al.*, 2003).

A presença de uma CTC é considerada positiva pelas seguintes razões (Ribeiro *et al.*, 2001; Lemaire *et al.*, 2003):

- Permite a redução da quantidade de fertilizantes a aplicar e reduz a contaminação das águas subterrâneas;
- Confere ao substrato poder tampão, evitando alterações bruscas na composição da solução do substrato;



- Uma elevada CTC reduz os riscos de salinidade excessiva, permitindo aumentar a concentração de nutrientes a aplicar em cada fertilização reduzindo o número de adubações;

- Substratos com elevada CTC, resistem melhor a variações de pH, principalmente quando se utilizam águas de rega calcárias e adubos alcalinizantes ou acidificantes.

Podem no entanto haver também aspectos negativos à existência de complexo de troca num substrato (Ribeiro *et al.*, 2001):

- Em substratos com elevada CTC e um baixo grau de saturação de bases, poderá ocorrer «competição» entre o complexo de troca e as plantas;

- a existência de fenómenos de troca iónica faz com que a solução do substrato possa ser bastante diferente da solução nutritiva aplicada, dificultando o controlo da concentração de nutrientes na solução do substrato;

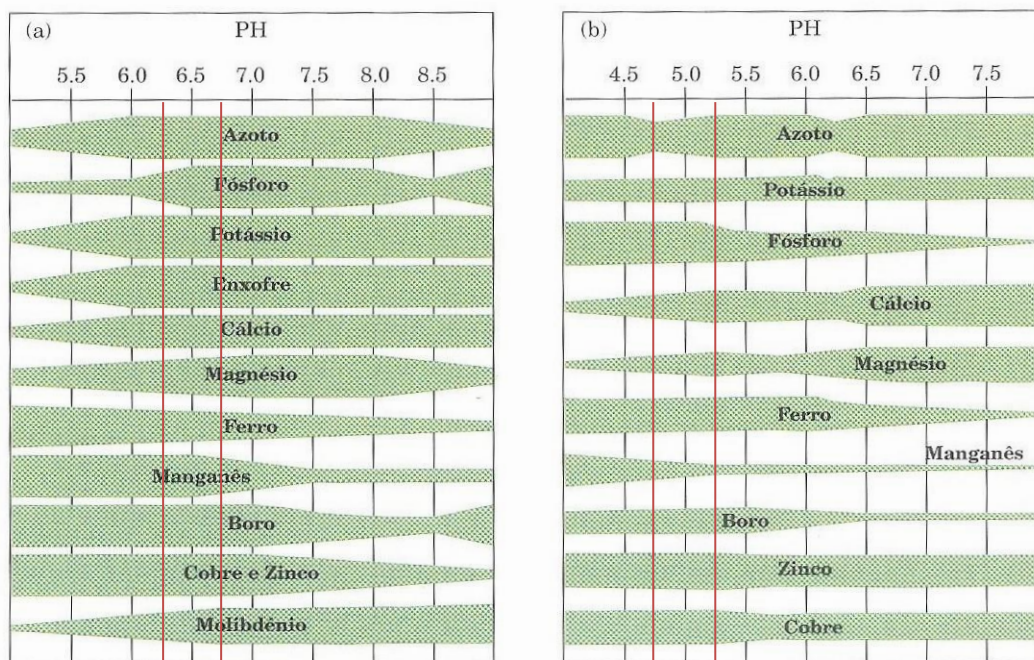
- se o complexo de troca se encontrar «ocupado» com elementos indesejáveis (metais pesados, sódio, etc.) é bastante difícil remover esses elementos do substrato.

#### **2.1.4. Reacção do substrato (pH)**

O pH é uma medida da concentração de iões de  $H^+$ . No caso de um substrato a definição é correcta: com efeito, o pH da solução em que o substrato está imerso, é o resultado de um equilíbrio de troca entre a solução e os iões de  $H^+$  adsorvidos no complexo de troca, e por isso o pH da solução (Lemaire *et al.*, 2003).

Assim a reacção é avaliada através da medição do valor de pH de uma suspensão de substrato em água, obtendo-se o designado  $pH(H_2O)$ , ou numa suspensão de substrato numa solução salina, normalmente de KCl 1M ou de  $CaCl_2$  0,01M, obtendo-se assim o  $pH(KCl)$  e  $pH(CaCl_2)$ , respectivamente (Ribeiro *et al.*, 2001; Lemaire *et al.*, 2003).

Os trabalhos efectuados sobre a disponibilidade de nutrientes em solos orgânicos (solos com mais de 50% de matéria orgânica) revelaram que a maior disponibilidade de nutrientes se verifica entre os 5 e os 5,5, ou seja, 1 a 1,5 unidades abaixo dos valores verificados para os solos minerais (Ribeiro *et al.*, 2001). Pode-se afirmar que um substrato orgânico terá uma disponibilidade de nutrientes semelhante à dos solos orgânicos (Figura 1).



Adaptado de Bunt (1988)

**Figura 1** - Influência do pH na disponibilidade de nutrientes num solo mineral (a) e num substrato orgânico (b) (Fonte: Ribeiro *et al.*, 2001).

Uma reacção em condições extremas de alcalinidade ou de acidez afecta negativamente o desenvolvimento das plantas. Verifica-se de facto, que a reacção é capaz de influenciar diversas características físicas, químicas e biológicas dos substratos, destacando-se o seu efeito na disponibilidade dos nutrientes e no desenvolvimento de certos microrganismos (Ribeiro *et al.*, 2001).

### 2.1.5. Relação Carbono: Azoto (C/N)

A relação C/N é usada tradicionalmente como um índice da origem da matéria orgânica, da sua maturidade e da sua estabilidade. Os danos, que surgem em plantas cultivadas em materiais orgânicos imaturos, são devidos a uma imobilização do azoto bem como a uma baixa disponibilidade de oxigénio na rizosfera. Isto é provocado pela actividade microbiana que utiliza o azoto na decomposição dos materiais orgânicos, para produzirem as suas proteínas celulares, sendo o oxigénio também consumido nessa actividade microbiana. Uma relação C/N inferior a 40 é considerada como óptima para o cultivo em substrato e é um índice de um material orgânico maduro e estável (Berjón *et al.*, 2004).

### 2.1.6. Propriedades biológicas dos substratos

A estabilidade biológica está relacionada com a biodegradação dos materiais orgânicos que podem constituir a composição de um substrato (Lemaire *et al.*, 2003). Essa biodegradação, por acção de certos microrganismos, é a decomposição dos compostos orgânicos da matéria orgânica, com composição mais ou menos complexa, em substâncias mais simples como o CO<sub>2</sub>, sais minerais e ácidos orgânicos (mineralização), que, por sua vez, através de fenómenos de polimerização e condensação, são transformados em novos compostos orgânicos mais complexos e estáveis, resistentes à degradação microbiana; compostos designados genericamente por húmus (Ribeiro *et al.*, 2001).

A falta de estabilidade biológica dos materiais orgânicos depende da natureza do material: normalmente a matéria orgânica animal e vegetal é submetida a processos gerais de decomposição (compostagem) com uma mineralização das cadeias carbonadas mais ou menos rápida conforme a sua complexidade. Isso reflecte-se numa perda de matéria orgânica para a cultura dependendo do material (Lemaire *et al.*, 2003).

As consequências da decomposição da matéria orgânica de um substrato provocam, portanto, alterações nas características destes (Ribeiro *et al.*, 2001; Lemaire *et al.*, 2003; Berjón *et al.*, 2004):

- Diminuição do volume do substrato existente no recipiente, compactação e redução da porosidade;
- Aumento do volume de água retida a pF 1,
- Redução da porosidade livre a pF 1 e diminuição de O<sub>2</sub> na fase gasosa devido à produção de CO<sub>2</sub>;
- Acumulação temporária de NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, que é fitotóxico;
- Aumento do pH e da CTC;
- Imobilização de azoto;
- Aumento da salinidade;
- Aumento da temperatura do substrato;
- Síntese de compostos orgânicos com efeitos fitotóxicos.

A maioria destes fenómenos têm efeitos negativos nas características dos substratos, e a sua extensão depende da maior ou menor estabilidade dos compostos orgânicos dos

substratos, sendo recomendável a utilização de materiais estáveis do ponto de vista biológico, ou seja resistentes à decomposição microbiana (Ribeiro *et al.*, 2001).

## **2.2. A fibra de coco**

A turfa é dos substratos orgânicos mais utilizados em larga escala na produção de plantas sem solo e, recentemente, tem-se verificado uma certa degradação das propriedades das turfas disponíveis e um aumento do seu preço (Ribeiro *et al.*, 2001). No entanto este tem vindo a ser substituído pela fibra de coco (e outros materiais renováveis) devido às preocupações ambientais que o uso de turfas suscita (Prasad, 1997; Noguera *et al.*, 1997; Ribeiro *et al.*, 2001).

A fibra de coco é um resíduo do processamento do fruto do coqueiro (*Cocos nucifera* L.) e é essencialmente restos das fibras do mesocarpo desse fruto, que é usado na produção de cordas, esteiras e produtos similares (Noguera *et al.*, 1996; Abad *et al.*, 2002). A fibra de coco pode ser produzida em qualquer lado em que se cultive o coqueiro, mas os principais produtores mundiais são: Sri Lanka, Índia, Filipinas, Indonésia, México, Costa Rica e Guiana (Evans *et al.*, 1996), e as suas características físicas e químicas dependem da forma como os coqueiros foram fertilizados, da forma como a casca do coco foi processada em fibra de coco (processo de maceração vs. tratamento mecânico) e da idade da fibra de coco armazenada (Evans *et al.*, 1996; Abad *et al.*, 2002; Noguera *et al.*, 1996, 2000).

### **2.2.1. Propriedades físicas da fibra de coco**

Com efeito os estudos efectuados por Evans *et al.* (1996), Noguera *et al.* (1997) e Abad *et al.* (2002) demonstraram que apesar de haver diferenças físicas significativas entre as fontes de coco, estas não são de preocupação prática, e são similares às da turfa de esfagno. O quadro seguinte mostra as principais características físicas da fibra de coco bem como as características de dois substratos “ideais” estabelecidos por dois autores diferentes:

**Quadro 1** - Porosidade total e capacidade de retenção de água a pF 1, pF 1,7 e pF 2 (% em volume) de uma fibra de coco e de dois substratos considerados ideais (Adaptado de Ribeiro *et al.*, 2001).

<b>Materiais</b>	<b>Porosidade Total % (v.v<sup>-1</sup>)</b>	<b>Retenção de Água (pF 1) (v.v<sup>-1</sup>)</b>	<b>Retenção de Água (pF 1,7) (v.v<sup>-1</sup>)</b>	<b>Retenção de Água (pF 2) (v.v<sup>-1</sup>)</b>
Fibra de coco	95	56	40	35
Substrato ideal*	>85	55-70	31-40	25-31
Substrato ideal**	>85	55-65	20-45	15-41

Adaptado de Heiskanen (1993) \*Abad *et al.* (1989) \*\*De Boodt *et al.* (1972)

Em relação à densidade aparente, a fibra de coco está avaliada como material leve (Noguera *et al.*, 1997) e os valores situam-se entre 0,03 e 0,08 g/cm<sup>3</sup> (Evans *et al.*, 1996; Noguera *et al.*, 2000). A densidade das partículas situa-se em média nos 1,5 g/cm<sup>3</sup> e capacidade tampão de água, em média, entre 3% e 5% (vol) (Noguera *et al.*, 1997, 2000). Segundo Noguera *et al.* (2000), o arejamento é superior a 45% e a água facilmente utilizável é de 19%. De modo geral as propriedades físicas da fibra de coco estão em intervalos parecidos com os que seriam de esperar da turfa de esfagno (Abad *et al.*, 1989, Puustjarvi e Robertson, 1975; *cit in* Evans *et al.*, 1996), apesar da capacidade de retenção de água ser mais baixa (diferença de 14%) (Noguera *et al.*, 2000).

Apesar destas características serem de certa forma gerais, e as cascas de coco variarem nas proporções de âmagos e de tecido fibroso, os principais factores que provavelmente mais afecta as proporções relativas do tamanho das partículas em fibra de coco processada são a moagem da casca e a triagem da fibra de coco, podendo estes processos influenciar estas características (Evans *et al.*, 1996; Noguera *et al.*, 2000).

### 2.2.2. Propriedades químicas da fibra de coco

Como as propriedades físicas são diferentes consoante a sua fonte, também as propriedades químicas da fibra de coco podem diferir conforme a sua origem.

Assim, apesar dos valores de pH estarem dentro, ou próximos, dos limites de pH ótimo (5,2-6,3) dos meios de cultura de plantas ornamentais (Bunt, 1988 *cit in* Abad *et al.*, 2002; Noguera *et al.*, 1997, 2000), os valores de pH variam entre 5,6 e 6,9 (Evans *et al.*, 1996; Abad *et al.*, 2002), ou seja, a fibra de coco tem um pH um pouco menos ácido que a turfa de esfagno, precisando assim de menos, ou nenhuma, calagem (Noguera *et al.*, 1997, 2000).

Os níveis de salinidade, lidos como condutividade eléctrica, em extractos de meio saturado, são muito variados, podendo ir de valores como 0,3 dS/m (Evans *et al.*, 1996) até valores tão altos como 6,0 dS/m (Noguera *et al.*, 2000); valores como Noguera *et al.* (1997) detectaram, de 3,3 dS/m em amostras vindas do México, já são considerados elevados e poderão causar problemas de crescimento a plantas sensíveis à salinidade.

Os elementos que mais contribuem para os valores elevados da condutividade eléctrica da fibra de coco são o Cl e o Na (Noguera *et al.*, 2000; Domeño *et al.*, 2009; Evans *et al.*, 1996) com valores que podem variar dos 26 aos 1636 mg/L no caso do Cl (Evans *et al.*, 1996) e valores à volta dos 267 mg/L no caso do Na (Domeño *et al.*, 2009). O K também pode ter um papel importante na salinidade da fibra de coco com valores que podem variar dos 19 aos 948 mg/L (Evans *et al.*, 1996).

Relativamente aos outros nutrientes, os valores de cálcio variam de 1,0-24,0 mg de Ca/L, os de magnésio de 1,0-7,4 mg de Mg/L, os de fósforo de 1,3-66,0 mg de P/L, os de azoto na forma amoniacal e na forma nítrica variaram de 0,1 a 0,2 mg de N/L e de 0,4 a 7,0 mg de N/L, respectivamente (Evans *et al.*, 1996). Os micronutrientes ferro, manganês, zinco, boro e cobre situam-se entre os 0,01 e 0,07 mg/L segundo o estudo de Evans *et al.* (1996).

Principalmente os teores de K e de P são muito elevados e excedem o padrão ótimo das concentrações desses nutrientes em substratos orgânicos para a produção de plantas ornamentais em recipientes (Bunt, 1988 *cit in* Abad *et al.*, 2002; Noguera *et al.*, 1997, 2000), enquanto que o N mineral, o Ca e o Mg apresentam quantidades disponíveis de ocorrência natural baixas (Noguera *et al.*, 1997, 2000).

A capacidade de troca catónica é mais baixa que a da turfa de esfagno (Noguera *et al.*, 1997, 2000; Abad *et al.*, 2002), mas com valores médios que rondam os 60 meq/100 g (Noguera *et al.* 1997, 2000; Abad *et al.*, 2002) podendo ir até aos 175 meq/100 g (Domeño *et al.*, 2009).

Apesar de existirem diferenças significativas entre as fontes de fibras de coco no que toca às propriedades químicas, os teores da maioria dos elementos minerais são considerados aceitáveis para substratos para serem usados na maioria das aplicações hortícolas (Bunt, 1988 e Peterson *et al.*, 1989 *cit in* Evans *et al.*, 1996). As exceções são nos teores dos iões salinos de K, Na e Cl (Evans *et al.*, 1996), no entanto esses teores podem ser corrigidos através da lixiviação com a aplicação dos habituais programas de irrigação de plantas ornamentais em recipientes ou contentores (Noguera *et al.*, 1997, 2000; Abad *et al.*, 2002).

### **2.2.3. Propriedades biológicas da fibra de coco**

Sendo a fibra de coco um substrato de origem orgânica, a matéria orgânica presente neste substrato é na ordem dos 90% (Noguera *et al.*, 1997).

Em relação à estabilidade da fibra de coco medida pela relação carbono/azoto (C/N), estes valores variam entre os 75 e os 186 devido ao baixo teor de N (Noguera *et al.*, 1997, 2000; Abad *et al.*, 2002), o que é mais do que seria de desejar num substrato “ideal” na produção de plantas ornamentais em recipientes (Noguera *et al.*, 1997). Isto poderá causar a imobilização do azoto solúvel quando a fibra de coco é usada como meio de cultura de plantas em contentores (Abad *et al.*, 2002; Handreck, 1993a,b e Meerow, 1994 *cit in* Noguera *et al.*, 2000). Contudo, uma parte importante do carbono está na forma de lenhina e celulose, que é resistente à degradação microbiana (Noguera *et al.*, 2000; Abad *et al.*, 2002) e por isso, segundo Handreck (1993a,b *cit in* Noguera *et al.*, 1997), deve-se adicionar mais 10 mg de N por litro por semana quando se usa fibra de coco.

### **2.3. Cultura Sem Solo**

Segundo a FAO (1990) a definição de cultura sem solo é alvo de grande discordância entre vários autores, e que começou por ser apenas referente aos sistemas hidropónicos, cultura em água, mas com a crescente importância dos substratos, principalmente os inertes, alguns autores começaram a incluir esses substratos nas suas definições, sendo que em alguns países em que os substratos orgânicos tinham grande importância também os incluíam na definição de cultura sem solo, apesar de estes não serem propriamente cultivos hidropónicos.

Desta forma a FAO (1990) propôs que o termo “hidroponia” designe os sistemas vulgarmente conhecidos por cultura em água, e alargado a incluir aos sistemas de cultura que se efectuem em substratos inertes. Quanto ao termo “cultura sem solo” é aplicado a

qualquer sistema de produção de culturas que não se baseie no solo como meio de enraizamento, incluindo assim os sistemas de cultivo em substratos orgânicos.

De modo mais geral, engloba-se na cultura sem solo todos os métodos e sistemas que fazem crescer plantas fora do seu ambiente natural: o solo; assim torna-se necessário fornecer à planta todos os elementos necessários para que o seu desenvolvimento seja adequado (Monteiro e Miranda, 2004; Gavilán, 2004).

A cultura de plantas em sistemas sem solo apresenta várias vantagens das quais destacam-se (Monteiro e Miranda, 2004):

- Proporcionar a produção de plantas de alta qualidade;
- Maior produtividade;
- Possibilita a produção em locais onde não seria possível em solo;
- Uniformidade da cultura;
- Balanço ideal de água e nutrientes;
- Maior eficiência na utilização de água;
- Fácil correcção de carências ou excesso de nutrientes;
- Controle perfeito do pH;
- Maior precocidade da cultura, pois a planta tem disponíveis a água e os nutrientes de que necessita durante todo o seu ciclo;
- Possibilidade de fazer monocultura no mesmo meio;
- Redução nos sistemas fechados, de contaminações para o meio ambiente e redução dos riscos de erosão;
- Alternativa ao uso do brometo de metilo.

Contudo também tem os seus inconvenientes (Monteiro e Miranda, 2004):

- Quando os objectivos são comerciais, requer elevados conhecimentos técnicos de fisiologia e nutrição vegetal;
- O investimento inicial é muito elevado;
- Requer abundância de água (circuitos abertos);



- Necessidade de conhecer a espécie que se vai cultivar;
- Maior possibilidade de proliferação de algumas doenças, através da água.

## **2.4. Fertirrega**

Muitas das vantagens dos sistemas de cultura sem solo, e principalmente em substrato, provêm do tipo de rega que esses sistemas requerem, ou seja, a rega localizada, ou gota-a-gota, em que o fornecimento de água é feito individualmente a cada planta num ponto da superfície (dois no caso de grandes recipientes de varias dezenas de litros), através de gotejadores (Lemaire *et al.*, 2003). A rega localizada apresenta muitas vantagens em relação aos sistemas de rega tradicional como a utilização de águas salinas e a economia da água, contudo as maiores possibilidades de este tipo de sistema de rega centram-se na sua utilização como veículo de um doseamento racional de nutrientes (López, 2005), o mesmo será dizer que não se rega apenas com água, mas com uma solução nutritiva, juntando a fertilização com a rega.

Uma definição de solução nutritiva poderá ser: água de irrigação, filtrada, em que se fornecem os elementos minerais necessários à planta, mantendo os valores correctos de pH e de condutividade (Letard *et al.*, 1995). Usando uma solução nutritiva há a possibilidade de realizar uma fertilização diária, em função do processo fotossintético e exactamente à medida de uma cultura, um substrato e de uma água de rega determinados e para umas condições ambientais definidas (López *et al.*, 2005).

Entre as vantagens dos sistemas de fertirrega destacam-se os seguintes (López *et al.*, 2005):

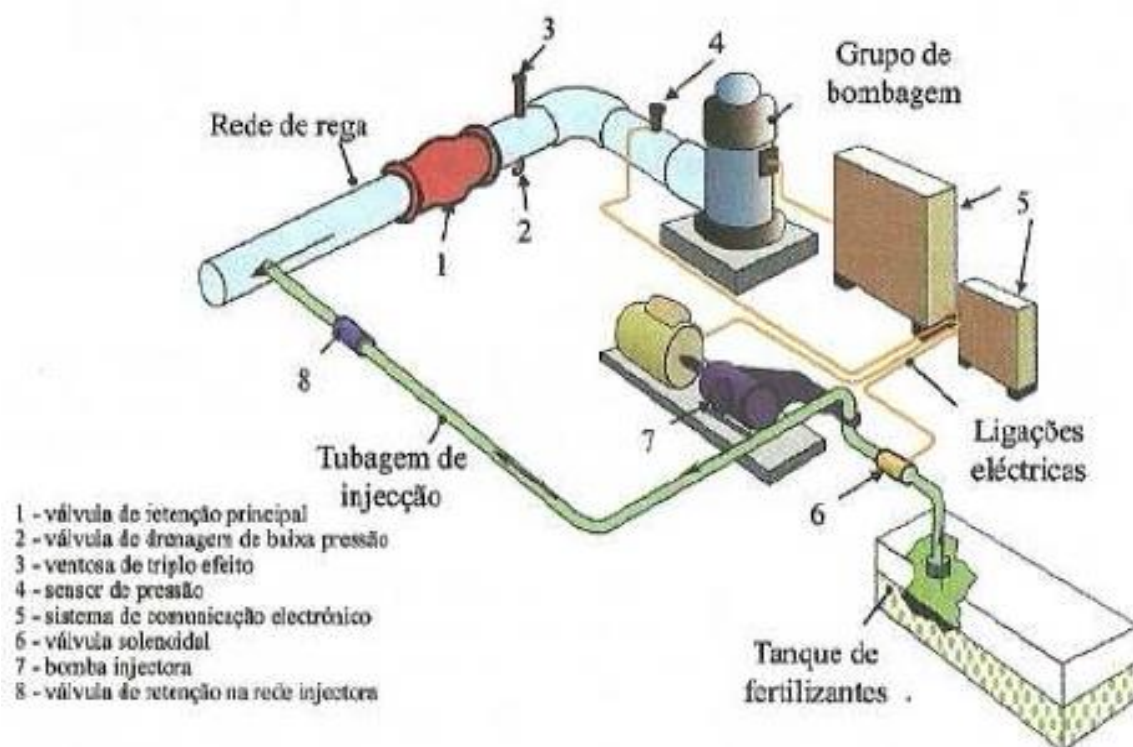
- Doseamento racional de fertilizantes;
- Economia considerável de água;
- Utilização de águas de rega de baixa qualidade;
- Nutrição da cultura optimizada, e por conseguinte, aumento das produtividades e da qualidade dos produtos;
- Controlo da contaminação;
- Maior eficácia e rentabilidade dos fertilizantes;
- Automatização da fertilização.

Entre os possíveis inconvenientes dos sistemas de fertirrega encontram-se os seguintes (López *et al.*, 2005):

- Custo inicial elevado das infra-estruturas;
- Obstrução dos gotejadores;
- Maneio por pessoal especializado.

#### **2.4.1. Preparação da Solução Nutritiva**

O local de preparação da solução nutritiva, ou «cabeçal de rega», compreende uma série de elementos indispensáveis, podendo haver pequenas modificações, em função do modo de cultura e do nível de autonomia que o produtor queira, principalmente no tipo de material e no grau de automatismo do sistema (Letard *et al.*, 1995): sistema de bombagem, em que o fluxo deve ser calculado de modo a satisfazer as necessidades máximas, e as bombas devem ser escolhidas tendo em conta as superfícies a regar, as pressões a atingir e os débitos dos gotejadores; sistema de filtração, que deve corresponder às necessidades da rede de filtração e deve ser constituído por um filtro ciclónico, um filtro de areia, um coador e um filtro de placas, e devem ter em conta as propriedades físicas da água e as características dos gotejadores; cubas e agitadores de plástico, onde se armazenam as soluções mães de fertilizante e de ácido, em que o seu número deve ter em conta a compatibilidade dos fertilizantes, e os agitadores servem para evitar a formação de precipitados; sistema de injectores, que asseguram o fabrico da solução nutritiva por diluição a partir da solução mãe.



**Figura 2** - Configuração-tipo de uma estação de injeção de fertilizantes (Fonte: Zoldske *et al.*, 2003).

#### 2.4.2. Sistemas Abertos *versus* Sistemas Fechados

No caso do cultivo em substrato é necessário que uma parte da solução nutritiva seja drenada após a sua aplicação, de acordo com as condições ambientais, as propriedades do substrato e a cultura, sendo que normalmente esta drenagem situa-se entre os 20 a 40% da solução de rega (Reis., 2004).

O drenado proveniente da rega das culturas em substrato pode então ser recolhido e reciclado (sistemas fechados) (Reis, 2004), ou então pode ser simplesmente descartado para o meio ambiente (sistemas abertos), apesar de isto poder acarretar problemas de poluição (Reis, 2004; Resh, 2001). A reciclagem da solução drenada faz-se introduzindo-a novamente no circuito automatizado de «fabrico» da solução nutritiva, adicionando-lhe os nutrientes e a água que esta perdeu ao passar pelo substrato e corrigindo-lhe o pH, e desinfetando-a antes de a reintroduzir na rega, de modo a prevenir a disseminação de agentes patogénicos (Reis, 2004).

## **2.5. Fertirrega da Roseira**

A qualidade das culturas sem solo é ligada a vários factores (meio de cultura, programação da rega, formulação da solução nutritiva), mas a escolha de cultivares bem adaptadas às condições particulares de crescimento também desempenha um papel importante (Fascella *et al.*, 2007).

Para se estabelecer as necessidades nutritivas e hídricas da roseira, é necessário um conhecimento profundo dos diferentes estados fenológicos que ocorrem ao longo de um ciclo de cultivo, uma vez que essas necessidades variam em função deles (López *et al.*, 2005).

Contundo em fertirrega, os produtores, como modo de precaução, aplicam muitos nutrientes em excesso (fertilização de luxo), conduzindo por vezes a problemas de salinidade e toxicidade de alguns nutrientes para as culturas. Caso a cultura esteja instalada num sistema aberto, este tipo de fertilização resulta que a maioria dos fertilizantes deixem o sistema por via de lixiviação, podendo resultar na contaminação de toallas freáticas ou cursos de água (Silberbush e Lieth, 2004).

### **2.5.1. Necessidade e Absorção de Nutrientes da Roseira**

De modo geral pode-se dizer que o crescimento em comprimento dos caules de rosas se fazem à custa de reservas da planta e não da absorção radicular, e quando os caules e as folhas estão desenvolvidos há uma absorção importante para a reconstrução das reservas (López *et al.*, 2005). Isto vai de encontro com os estudos efectuados por Cabrera *et al.* (1995) e Takeda e Takahashi (1998 *cit in* Silberbush e Lieth, 2004) na absorção de azoto, e por Mattson e Lieth (2007), em que se demonstra que a absorção de nutrientes é feita por ciclos que se repetem a cada ciclo floral.

O N é o nutriente mais importante para o crescimento e para formação de flores, e por isso a absorção máxima acontece quando se forma o botão floral e o ciclo está acabar, e não quando o caule está na fase de alongação rápida (López *et al.*, 2005).

Este tipo de padrão foi atribuído à competição dentro da planta entre fotoassimilados e nutrientes (Mertens e Wright, 1978, Hershey e Paul, 1983, Tolley-Henry e Raper, 1985, 1989 *cit in* Cabrera *et al.*, 1995). Durante os períodos de alongação rápida dos caules, os caules e as folhas tornam-se as principais *sinks* de assimilados; isto diminui o fornecimento de hidratos de carbono para as raízes, reduzindo assim a disponibilidade de hidratos de carbono para processos que necessitam de energia como a absorção de iões e crescimento

das raízes; à medida que os caules e ramos abrandam o seu crescimento, mais hidratos de carbono ficam disponíveis para serem translocados para as raízes, permitindo assim o aumento da taxa de absorção de iões e o crescimento das raízes, até ser feita a colheita e o ciclo volta-se a repetir (Cabrera *et al.*, 1995).

De facto os caules de roseira em desenvolvimento são fortes *sinks* de fotoassimilados até à fase em que os botões florais se tornam visíveis. Após o aparecimento do botão floral, a maioria das folhas do novo caule tornam-se fontes de assimilados. Enquanto as folhas superiores fornecem assimilados ao botão floral e à parte superior do caule, as folhas inferiores do caule em crescimento e as folhas dos ramos subjacentes fornecem a maioria dos seus assimilados às raízes (Mor e Halevy, 1979 *cit in* Cabrera *et al.*, 1995). Apesar de a radiação não controlar a periodicidade dos ciclos de absorção de N, esta influencia um efeito sazonal na taxa de absorção. As taxas de absorção de N nos dias de Verão foram o dobro das taxas nos dias de Inverno, possivelmente pela taxa de crescimento no Inverno ser menor e assim a necessidade de nutrientes também ser mais baixa (Cabrera *et al.*, 1995; van der Sar e de Visser, 2005).

As necessidades de absorção de P, Ca, Mg e K, que tem um papel importante na qualidade das flores (López *et al.*, 2005), seguem aproximadamente o mesmo padrão do N (Cabrera *et al.*, 1995; Mattson e Lieth, 2007). Estes padrões reforçam a ideia que a absorção de iões é controlada pela disponibilidade de fotoassimilados nas raízes nos diferentes estados de desenvolvimento das rosas (Cabrera *et al.*, 1995).

No entanto van der Sar e de Visser (2005) afirmam que a taxa de absorção por parte de uma planta de um nutriente individual dificilmente é afectada pela sua própria concentração no fertilizante ou até mesmo no substrato (lã de rocha neste caso), sendo que aparentemente esta é controlada pela taxa de abastecimento da fertilização e condutividade eléctrica assim como pelo clima.

### **2.5.2. Soluções Nutritivas da Rosa**

As concentrações dos nutrientes a aplicar na cultura da roseira para flor de corte varia de autor para autor, e depende de factores como a água de rega utilizada na formulação da solução, do tipo de ensaio e se este foi realizado em hidroponia ou em solo, como se pode comprovar pelo quadro 2, onde se apresentam algumas formulações de soluções de macronutrientes (Alonso *et al.*, 2005):

**Quadro 2** - Exemplo de algumas soluções nutritivas, em mg/L, para a cultura da roseira (Adaptado de Alonso *et al.*, 2005)

	<b>N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	<b>N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>	<b>P</b>	<b>S</b>	<b>K<sup>+</sup></b>	<b>Ca<sup>2+</sup></b>	<b>Mg<sup>2+</sup></b>
<b>Sadasiviah (1971)</b>	112	56	31	16	156,4	-	12
<b>Sarro (1989)</b>	196	-	62	48	234,6	200	36
<b>Tsujita (1991)</b>	182	9,8	55,8	48	234,6	180	24
<b>Cabrera et al. (1995)</b>	60,2	-	9,3	6,4	66,47	52	12
<b>Cid et al. (1996)</b>	149,8	26,6	40,3	30,4	109,48	100	28,8

Em relação aos micronutrientes, a maioria das soluções encontradas na bibliografia usam a solução de Hoagland e Arnon (1933) ou variações desta. De modo geral os intervalos que se encontram normalmente são os seguintes em mg/L (Alonso *et al.*, 2005): Fe: 1,0-2,0; Mn: 0,2-0,6; Cu: 0,01-0,06; Zn: 0,03-0,25; B: 0,21-0,26 e Mo: 0,005-0,05.

Um dos parâmetros que se terá de ter em conta quando se formula uma solução nutritiva, neste caso para aplicar em roseiras, é a condutividade eléctrica, pois a rosa já foi registada como razoavelmente sensível à salinidade (Bernstein *et al.*, 1972, Hughes e Hanan, 1978 *cit in* Cabrera, 2000). Visto que tipicamente as soluções nutritivas usadas em estufa normalmente têm valores de condutividade eléctrica entre 1 e 2 mS/cm, a salinidade da solução pode facilmente atingir níveis tóxicos para as plantas, especialmente se utilizadas águas de baixa qualidade, quando se pratica baixa drenagem e/ou técnicas de reutilização da água de drenagem (Cabrera, 2000). Contudo, Carbrera (2000) deduziu no seu trabalho que a roseira pode apresentar uma certa tolerância à salinidade. No entanto, a gestão da rega e as propriedades do meio de cultura entre outros factores, podem afectar o modo de como uma planta pode responder à salinidade (Bernstein *et al.*, 1972 *cit in* Cabrera, 2000).

O azoto amoniacal também está associado a problemas de toxicidade, por isso tradicionalmente é usado com moderação, e visto estar registado que a utilização de soluções apenas com NO<sub>3</sub><sup>-</sup> resultam em produtividades mais baixas, os produtores procuram usar soluções com as duas formas de azoto (Cabrera, 2000). As produções mais elevadas foram obtidas com um rácio de NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/NH<sub>4</sub><sup>+</sup> de 75:25 (Feigin *et al.*, 1986 *cit in* Cabrera, 2000).

### 2.5.3. Rega da Roseira

A programação da rega óptima de culturas em estufa sem solo é muito importante pois influencia o ambiente da rizosfera, o potencial hídrico do meio e a acumulação de sais, que por sua vez afectam o crescimento das plantas e consequentemente a produção e qualidade da cultura (Raviv e Blom, 2001; Lizarraga, 2001 *cit in* Kittas *et al.*, 2005).

O controlo da rega envolve a determinação da calendarização e da quantidade de água a aplicar (Katsoulas *et al.*, 2006). Na maioria das culturas em estufa, sensores de clima localizados no interior da estufa (temperatura, humidade, concentração de CO<sub>2</sub>) ou no exterior (radiação global) são geralmente acessíveis e disponibilizam informação que pode ser usada no controlo climático, mas também na programação da rega (Kittas *et al.*, 2005). O método mais comum e simples, usado nestas determinações, consiste em estimar a transpiração da cultura por meio do método baseado na radiação (Morris *et al.*, 1957, Stanhill e Scholte, 1974 *cit in* Katsoulas *et al.*, 2006), em que um integrador solar envia um sinal de início ao sistema de abastecimento de água depois de um nível de radiação pré-estabelecido ser alcançado (De Graaf, 1988 *cit in* Kittas *et al.*, 2005). Este método de rega implica o conhecimento do coeficiente de cultura, que varia com o estado fenológico da cultura e depende da transpiração da planta, e o facto de que a cultura de rosas para flor de corte estarem constantemente a serem colhidas faz com que exista uma grande flutuação da área de transpiração, que tem de ser levado em conta na formulação de qualquer modelo de programação de rega (Kittas *et al.*, 2005; Katsoulas *et al.*, 2006).

Sendo que a água é um dos principais factores limitantes na produção agrícola (Raviv e Blom, 2001), a calendarização óptima da rega é muito importante para poupar custos e água, enquanto o uso eficiente da água através da rega torna-se também de extrema importância (Katsoulas *et al.*, 2006).

As plantas podem sofrer stress hídrico sempre que a perda de água pela parte aérea é superior à absorção de água por parte das raízes (Raviv e Blom, 2001). As taxas de transpiração são maiores nas folhas jovens do que nas folhas totalmente expandidas e «maduras» (Jones, 1992 *cit in* Raviv e Blom, 2001 e Oki e Lieth, 2004). Como a cultura de rosas para produção de flor de corte está continuamente em colheita (Raviv e Blom, 2001; Kittas *et al.*, 2005; Katsoulas *et al.*, 2006), fazendo com que a produção de folhas jovens seja também contínua, tornando as plantas muito sensíveis ao stress hídrico (Raviv e Blom, 2001). O stress hídrico durante largos períodos torna as plantas lenhosas, pequenas, com folhas mais pequenas e com uma desproporção entre o tamanho dos botões e das folhas de caules comerciais (White e Holcomb, 1987 *cit in* Kittas *et al.*, 2005), causando danos quantitativos (até 70% de redução de produção) e qualitativos (Chimonidou-Pavlidou, 1996,

1999 *cit in* Katsoulas *et al.*, 2006). Por outro lado o excesso de água no meio de cultura pode causar danos às roseiras através da redução do arejamento, provocando um desenvolvimento anormal ou até a morte da planta (Kittas *et al.*, 2005).



### 3. Material e Métodos

#### 3.1. Caracterização das Estufas

As estufas onde foram recolhidas as amostras para análise pertencem à empresa Horto-Florícola de Santo Antão, Lda na Batalha. É uma empresa que se especializa na produção de rosas para flor de corte em estufa, com produção durante todo o ano, mas que também produz estrelicias para flor de corte e plantas em vaso nomeadamente crisântemo, fuchsias e estrelicias.

As estufas onde se produzem rosas para flor de corte ocupam uma área de 2,3 hectares num total de 4 estufas diferentes. Cada uma dessas estufas é dividida por um corredor central e composta por uma série de «túneis» de cada lado desse corredor, contendo cada um desses túneis 5 calhas.

As calhas onde se produzem as plantas têm 34 metros de comprimento, plantadas em pé de galo em duas linhas ao longo das calhas, o que resulta numa densidade de plantação de 340 plantas/calha. As calhas têm 40 cm de altura, mas no entanto a parte de baixo destas encontra-se ocupada com cerca de 20 cm de leca, de modo a facilitar a drenagem, sendo que os restantes 20 cm das calhas contêm o substrato onde se cultivam as plantas.

O cultivo das roseiras é feito exclusivamente em fibra de coco utilizando a técnica de dobragem das plantas (Lieth e Kim, 2000; de Hoog Jr. *et al.*, 2000), e como método de combate às pragas é utilizado a luta biológica. De modo a que a produção de plantas de qualidade ocorra durante todo o ano é utilizado um sistema de aquecimento das estufas com água quente.

A rega é feita com base na transpiração da cultura pelo método de radiação (Morris *et al.*, 1957, Stanhill e Scholte, 1974 *cit in* Katsoulas *et al.*, 2006) em que depois de atingido o nível de radiação pré-estabelecido pelo integrador solar (De Graaf, 1988 *cit in* Kittas *et al.*, 2005), se dá início à rega. O sistema de fertirrega é constituído por 5 cubas: uma com nitrato de cálcio; uma com sulfato de magnésio e nitrato de potássio; uma com fosfato monopotássico; uma com a solução dos micronutrientes; uma com ácido nítrico e nitrato de amónio. Todo o sistema é controlado por uma máquina de controlo de rega CDN e funciona por injeção sendo a solução nutritiva, cuja composição se encontra no quadro 3, distribuída ao longo de 9 sectores que englobam diferentes variedades de rosa, numa rega de 7 minutos/sector.

**Quadro 3** - Composição da solução nutritiva usada na rega das roseiras, com condutividade em mS/cm e nutrientes em mg/L.

C.E.	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	P	K	Mg	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo	Cl	Na	S
1,5	158	21	45,43	232,4	106,5	2,24	0,9	0,66	0,18	0,3	0,01	71	28	43

Ao longo das calhas existem dois tubos de gotejadores, um por cada linha de plantas, em que cada gotejador se encontra de 15 em 15 cm, num total de 453 gotejadores/calha. O débito dos gotejadores é de 2 L/hora, o que resulta em 105,5 L/calha/regagem. A drenagem é entre 20-25% da dotação de regagem.

### 3.2. Escolha da Variedade

A variedade a escolher teria de ser uma, dentro das possíveis na estufa, que estivesse plantada em substrato de 2012, ou seja, novo sem nunca ter tido uma cultura instalada, até 2008, isto é, com cultura instalada há 5 anos, e que permitisse a recolha de três repetições por substrato. Idealmente dever-se-ia escolher duas variedades com estas características, mas apenas uma variedade corresponde aos critérios estabelecidos, a “Avalanche”, pelo que se decidiu escolher também a variedade “Deepwater” nos anos de 2012 e 2011, de forma a ver se o comportamento dos substratos, pelo menos nos primeiros anos, era idêntico aos da “Avalanche”.

De acordo com o ano em que as roseiras foram plantadas estudaram-se sete modalidades: “Avalanche” 2012 (AV’12); “Avalanche” 2011 (AV’11); “Avalanche” 2010 (AV’10); “Avalanche” 2009 (AV’09); “Avalanche” 2008 (AV’08); “Deepwater” 2012 (DW’12); “Deepwater” 2011 (DW’11). A modalidade DW’12 no entanto constitui uma mistura de substrato antigo (já presente no decorrer da cultura anterior) e de substrato novo, ou seja, não é inteiramente constituída por substrato novo.

Como em cada túnel há cinco calhas, a recolha de três repetições por modalidade não constituiu problema, tendo sido escolhidas três calhas aleatoriamente dos túneis com as modalidades, das quais foram recolhidas as amostras de drenados e de substrato.

### 3.3. Colheita de Amostras

De acordo com os objectivos deste trabalho colheram-se amostras de fibra de coco, de solução de drenagem e de solução nutritiva, sendo posteriormente analisadas quimicamente em laboratório.

#### 3.3.1. Colheita da Solução Nutritiva

A solução nutritiva, teoricamente, é constante ao longo do tempo, desde que não se efectue mudanças na sua programação. Como tal recolheu-se apenas quatro vezes no decorrer da experimentação, para análise química, de forma a avaliar se haviam diferenças entre os sectores de rega onde as modalidades a estudar se encontravam instaladas.

Assim, colheu-se uma amostra por cada sector de rega, à saída dos gotejadores após estes correrem livremente durante uns minutos de forma a não haver resíduos e recolher a solução real.

As datas das colheitas de solução nutritiva encontram-se no seguinte quadro:

**Quadro 4** - Datas das colheitas de solução nutritiva e hora do início da rega.

<b>Colheita</b>	<b>1ª</b>	<b>2ª</b>	<b>3ª</b>	<b>4ª</b>
<b>Data</b>	17/05/2012	13/06/2012	25/06/2012	03/07/2012
<b>Hora do Início da Rega</b>	09H00	09H15	08H44	09H03

#### 3.3.2. Colheita dos substratos

Para que a colheita de substrato de cada modalidade fosse homogénea, retirou-se de cada calha, três porções de substrato ao longo do perfil, em cada ponta das calhas e no centro, misturando-se depois, obtendo-se assim a amostra final, que depois foi analisada no laboratório.

A recolha de substrato foi efectuada através de uma sonda, mas devido às propriedades físicas da fibra de coco, nomeadamente a porosidade total, a sonda apenas abria um buraco na fibra recolhendo muito pouco substrato ao longo do perfil, pelo que utilizou-se também uma pequena pá de jardinagem e as mãos, de modo a obter-se uma quantidade suficiente e homogénea para análise laboratorial.

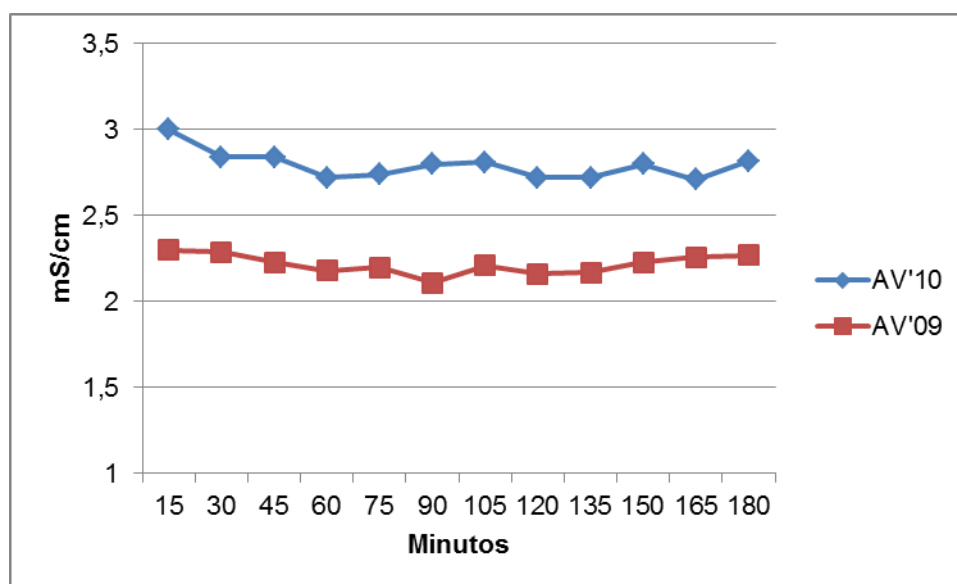
A colheita das amostras de substrato foi efectuada no dia 18 de Junho de 2012 após terminada a drenagem da rega efectuada nesse dia.

### **3.3.3. Colheita de Solução de Drenagem**

A solução de drenagem foi colhida de três calhas escolhidas aleatoriamente dos túneis seleccionados em que as modalidades estavam inseridas. O total de colheitas da solução de drenagem foi de 10, havendo 3 repetições pelas 7 modalidades o que representa 210 amostras.

Para que a colheita das amostras de drenagem fosse sempre feita do mesmo modo, teve-se de padronizar essa mesma colheita de acordo com as características da rega na estufa. Para tal mediu-se a condutividade eléctrica da drenagem, através do condutímetro portátil disponível na estufa, das modalidades AV'09 e AV'10, por serem as modalidades “intermédias”, ao longo de 180 minutos, de forma a verificar como a condutividade se alteraria ao longo desse tempo e determinar a melhor altura para se efectuar a colheita da solução de drenagem.

Assim, após terminada a rega de 7 minutos do sector, mediu-se a condutividade de 15 em 15 minutos. Verificou-se que a drenagem no início era lenta, mas que aumentava à medida que o tempo passava, voltando a diminuir ao fim de 180 minutos. Como se pode verificar pelo gráfico da figura 3, os valores das condutividades eléctricas não variaram muito, apesar de serem diferentes entre as duas modalidades e um pouco mais elevados no início, principalmente na AV'10.



**Figura 3** - Evolução das condutividades eléctricas em função do tempo nas modalidades AV'09 e AV'10.

Com base nestes valores, estabeleceu-se que todas as amostras de drenagem seriam colhidas uma hora após terminada a rega.

As colheitas das amostras de drenagem dependeram portanto da altura em que a rega foi efectuada, sendo que esta estava dependente da radiação; assim nas datas iniciais de colheita apenas houve uma rega por dia, enquanto nas datas finais já era comum duas regas por dia (Quadro 5).

**Quadro 5** - Datas e horas das colheitas de amostras de drenagem.

Amostra	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª	8ª	9ª	10ª
Data	18-Abr	20-Abr	17-Mai	18-Mai	15-Jun	18-Jun	25-Jun	25-Jun	03-Jul	03-Jul
Hora da Colheita	10H15	11H00	10H00	09H55	10H20	10H07	09H44	16H17	10H03	15H45

De modo geral a drenagem foi sempre boa, principalmente nas modalidades de “Avalanche”, contudo é de notar que as duas modalidades de “Deepwater” tiveram sempre uma quantidade de solução drenada menor.

É de referir que no dia 17 de Maio a drenagem nas modalidades DW'11 e DW'12 foi praticamente nula, não tendo sido possível a colheita de quantidade suficiente de amostra para análise pelo que se efectuou uma segunda rega, apenas no sector onde se encontrava esta variedade, ao que depois já foi possível a colheita da quantidade de amostra pretendida. Dia 13 de Junho era a data programada para a 5ª recolha, mas novos problemas de drenagem nas modalidades com a variedade "Deepwater" ocorreram. Efectuaram-se três regas em que nunca ocorreu drenagem, constituindo um problema para a própria produção da estufa, especulando-se tratar de entupimento dos buracos de drenagem das calhas. Assim, foi feita no dia seguinte uma rega apenas com água nessa estufa por um período maior, ocorrendo drenagem. Não se tratando de entupimento dos buracos de drenagem, a dotação de rega foi aumentada apenas neste sector, não voltando a ocorrer problemas de baixa drenagem nestas modalidades.

### **3.4. Análise das Amostras Recolhidas**

#### **3.4.1. Análise Laboratorial**

As análises das amostras foram realizadas no laboratório de química agrícola do Instituto Superior de Agronomia.

Para os três tipos de amostras (solução nutritiva, fibra de coco e solução de drenagem), foram analisados quantitativamente os seguintes parâmetros químicos: pH, condutividade eléctrica, azoto amoniacal, azoto nítrico, fósforo, potássio, sódio, cálcio, magnésio, ferro, cobre, zinco e manganês.

No caso da solução de drenagem e da solução nutritiva as determinações foram feitas sem nenhuma preparação especial da amostra. O pH foi determinado por potenciometria, a condutividade eléctrica por leitura directa num condutivímetro, o azoto amoniacal por destilação (Rod e Pavot, 1983), o azoto nítrico pelo eléctrodo selectivo de nitratos, o fósforo por espectrofotometria de absorção molecular utilizando como reagente do desenvolvimento da cor o vanadomolibdato de amónio e os restantes elementos por espectrofotometria de absorção atómica.

Para análise das amostras de fibra de coco o pH e a condutividade eléctrica foram determinados no extracto aquoso 1:5 em volume, de acordo com as Normas Europeias EN 13037 (CEN, 1999) e EN 13038 (CEN, 1999), respectivamente. O azoto nítrico, após uma extracção com KCL 2M, foi determinado por espectrofotometria de absorção molecular, num auto-analisador de fluxo segmentado pelo método da sulfalinamida (Houba *et al.*, 1989), os

restantes elementos foram extraídos com uma solução de acetato de amónio 0,5M tamponizada a 4,65 (Verdonck e Gabriels, 1992). O fósforo foi determinado por espectrofotometria de absorção molecular utilizando como reagente do desenvolvimento da cor o vanadomolibdato de amónio, o azoto amoniacal por destilação (Rod e Pavot, 1983) e os restantes elementos por espectrofotometria de absorção.

### **3.4.2. Tratamento e Análise Estatística dos Resultados**

Depois das análises quantitativas de todas as amostras, estas foram organizadas pelo seu tipo: solução nutritiva, fibra de coco e solução de drenagem, e dentro do tipo de amostra pelos parâmetros químicos analisados. Efectuou-se depois o tratamento estatístico através de análise de variância (ANOVA), e depois uma exploração ulterior das diferenças através do teste de Tukey para se determinar quais as médias que realmente diferiram através do programa estatístico de tratamento de dados R (Maindonald e Brown, 2003).

Para os resultados da solução nutritiva, como apenas se recolheu uma amostra por sector a cada colheita, fez-se duas análises de variância separadas. Uma primeira com o factor sector usando quatro observações, as quatro colheitas efectuadas, por sector, e uma segunda com três observações, neste caso os sectores, onde as modalidades se encontravam, com o factor colheita.

Para se efectuar uma correcta análise estatística aos resultados da fibra de coco, efectuaram-se três análises por cada amostra recolhida (por modalidade), e efectuaram-se as devidas extracções para solução aquosa, as respectivas análises aos elementos, e o devido tratamento estatístico dos dados.

Foi também feita uma análise de variância aos resultados das amostras da solução de drenagem, mas a dois factores, a modalidade e a colheita, verificando-se neste caso a interacção entre os factores.

## 4. Resultados e Discussão

### 4.1. Solução Nutritiva

Não houve diferenças entre o pH dos três sectores, mas existiram entre as colheitas, nomeadamente entre a colheita 1 e a colheita 3, em que o pH da colheita 3 foi mais alto (Quadro 6). No entanto, em termos absolutos a variação de pH registada é normal nestas situações e os valores de pH estão compreendidos entre valores limites aceitáveis para este tipo de exploração.

**Quadro 6** - Valores de pH da solução nutritiva por colheita e sector.

	colheita 1	colheita 2	colheita 3	colheita 4	Média Sectores
<b>sector 3</b>	5,5	5,6	6,2	5,9	5,8 a
<b>sector 4</b>	5,8	5,9	6,2	5,8	5,9 a
<b>sector 8</b>	5,1	6,1	6,1	5,8	5,8 a
<b>Média Colheitas</b>	5,5 a	5,9 ab	6,2 b	5,8 ab	
<b>F calc</b>	F sector = 0,166		F colheita = 5,33*		

**Nota:** As médias dos sectores e das colheitas assinaladas com letra igual, por coluna e por linha, respectivamente, não apresentaram diferenças significativas entre si com nível de significância de 0,05.

No que diz respeito aos valores da condutividade eléctrica (Quadro 7), não existiram diferenças significativas entre sectores, contudo existiram entre as colheitas. No entanto os valores foram sempre dentro dos descritos como aceitáveis em alguma da bibliografia (Cabrera, 2000).



**Quadro 7** - Valores da condutividade eléctrica da solução nutritiva (mS/cm) por colheita e sector.

	colheita 1	colheita 2	colheita 3	colheita 4	Média Sectores
<b>sector 3</b>	1,6	1,8	1,8	2,0	1,8 a
<b>sector 4</b>	1,6	1,6	1,8	1,9	1,7 a
<b>sector 8</b>	1,6	1,8	1,8	1,9	1,8 a
<b>Média Colheitas</b>	1,6 a	1,7 ac	1,8 bc	1,9 b	
<b>F calc</b>	F sector = 0,125		F colheita = 21,6***		

**Nota:** As médias dos sectores e das colheitas assinaladas com letra igual, por coluna e por linha, respectivamente, não apresentaram diferenças significativas entre si com nível de significância de 0,05.

Em relação ao azoto amoniacal, a ANOVA aos sectores não detectou diferenças significativas, apesar de ser evidente a discrepância entre alguns valores. Entre as colheitas existiram diferenças significativas, para o nível de significância mais baixo, sendo a maior diferença entre a colheita 3 e a 4. (Quadro 8)

**Quadro 8** - Valores do  $\text{N-NH}_4^+$  da solução nutritiva (mg/L) por colheita e sector.

	colheita 1	colheita 2	colheita 3	colheita 4	Média Sectores
<b>sector 3</b>	11,6	14,5	2,9	10,2	9,8 a
<b>sector 4</b>	8,7	11,6	2,9	11,6	8,7 a
<b>sector 8</b>	8,7	4,4	2,9	11,6	6,9 a
<b>Média Colheitas</b>	9,7 ab	10,2 ab	2,9 a	11,1 b	
<b>F calc</b>	F sector = 0,45		F colheita = 5,484*		

**Nota:** As médias dos sectores e das colheitas assinaladas com letra igual, por coluna e por linha, respectivamente, não apresentaram diferenças significativas entre si com nível de significância de 0,05.

A análise de variância dos sectores ao azoto nítrico não revelou a existência de diferenças significativas, mas mostrou existirem diferenças significativas das médias das colheitas (Quadro 9).

**Quadro 9** - Valores do  $\text{N-NO}_3^-$  da solução nutritiva (mg/L) por colheita e sector.

	colheita 1	colheita 2	colheita 3	colheita 4	Média Modalidades
<b>sector 3</b>	151,9	262,1	190,3	230,1	208,6 a
<b>sector 4</b>	159,4	210,7	182,5	211,4	191,0 a
<b>sector 8</b>	167,2	220,1	182,5	202,5	193,1 a
<b>Média Colheitas</b>	159,5 a	231,0 b	185,1 ac	214,7 bc	
<b>F calc</b>	F sector = 0,323		F colheita = 11,73**		

**Nota:** As médias dos sectores e das colheitas assinaladas com letra igual, por coluna e por linha, respectivamente, não apresentaram diferenças significativas entre si com nível de significância de 0,05.

O fósforo da solução nutritiva também não variou entre os sectores não havendo diferenças significativas entre as médias. Contudo variou entre as colheitas, havendo diferenças significativas, como provou a análise de variância a este factor (Quadro 10).

**Quadro 10** - Valores do P da solução nutritiva (mg/L) por colheita e sector.

	colheita 1	colheita 2	colheita 3	colheita 4	Média Sectores
<b>sector 3</b>	47,6	28,2	50,8	48,6	43,8 a
<b>sector 4</b>	47,6	24,8	52,4	44,2	42,3 a
<b>sector 8</b>	48,4	30,2	53,8	44,0	44,1 a
<b>Média Colheitas</b>	47,9 ac	27,7 b	52,3 a	45,6 c	
<b>F calc</b>	F sector = 0,033		F colheita = 83,94***		

**Nota:** As médias dos sectores e das colheitas assinaladas com letra igual, por coluna e por linha, respectivamente, não apresentaram diferenças significativas entre si com nível de significância de 0,05.

Para os resultados de K da solução nutritiva, mais uma vez a ANOVA às médias das colheitas de solução nutritiva revelaram diferenças significativas, principalmente entre a colheita 1, 3 e 4 e entre a colheita 2 e 3. Em relação às médias dos três sectores não houve diferenças significativas (Quadro 11).

**Quadro 11** - Valores do K da solução nutritiva (mg/L) por colheita e sector.

	colheita 1	colheita 2	colheita 3	colheita 4	Média Sectores
<b>sector 3</b>	117,7	150,4	188,6	187,4	161,0 a
<b>sector 4</b>	119,7	138,1	226,2	162,6	161,7 a
<b>sector 8</b>	122,6	160,1	225,6	163,1	167,9 a
<b>Média Colheitas</b>	120,0 a	149,5 ac	213,5 b	171,0 c	
<b>F calc</b>	F sector = 0,033		F colheita = 23,43***		

**Nota:** As médias dos sectores e das colheitas assinaladas com letra igual, por coluna e por linha, respectivamente, não apresentaram diferenças significativas entre si com nível de significância de 0,05.

Após a análise de variância aos sectores, os valores das médias de sódio não mostraram a existência de diferenças significativas entre si, e a análise de variância às médias das colheitas revelaram diferenças significativas, sendo que a única que realmente foi diferente foi a da colheita 2 como demonstra o quadro 12.

**Quadro 12** - Valores do Na da solução nutritiva (mg/L) por colheita e sector.

	colheita 1	colheita 2	colheita 3	colheita 4	Média Sectores
<b>sector 3</b>	26,7	39,5	26,4	27,8	30,1 a
<b>sector 4</b>	25,8	34,7	24,2	24,3	27,3 a
<b>sector 8</b>	31,0	36,5	24,8	24,3	29,2 a
<b>Média Colheitas</b>	27,8 a	36,9 b	25,1 a	25,5 a	
<b>F calc</b>	F sector = 0,258		F colheita = 19,2***		

**Nota:** As médias dos sectores e das colheitas assinaladas com letra igual, por coluna e por linha, respectivamente, não apresentaram diferenças significativas entre si com nível de significância de 0,05.

Os valores de cálcio na solução nutritiva mostraram que a média da colheita 1 era significativamente diferente das outras colheitas, enquanto que nas médias dos sectores não existiram diferenças significativas (Quadro 13).

**Quadro 13** - Valores do Ca da solução nutritiva (mg/L) por colheita e sector.

	colheita 1	colheita 2	colheita 3	colheita 4	Média Sectores
<b>sector 3</b>	90,6	118,9	123,0	131,3	116,0 a
<b>sector 4</b>	101,9	132,7	124,0	118,5	119,3 a
<b>sector 8</b>	97,8	138,7	124,4	122,0	120,7 a
<b>Média Colheitas</b>	96,8 a	130,1 b	123,8 b	123,9 b	
<b>F calc</b>	F sector = 0,094		F colheita = 14,76**		

**Nota:** As médias dos sectores e das colheitas assinaladas com letra igual, por coluna e por linha, respectivamente, não apresentaram diferenças significativas entre si com nível de significância de 0,05.

Os valores médios de magnésio foram idênticos entre os sectores, não havendo diferenças significativas, como provou a análise de variância, mas entre as médias de magnésio das colheitas houve diferenças significativas (Quadro 14).

**Quadro 14** - Valores do Mg da solução nutritiva (mg/L) por colheita e sector.

	colheita 1	colheita 2	colheita 3	colheita 4	Média Sectores
<b>sector 3</b>	38,6	58,3	49,3	48,8	48,8 a
<b>sector 4</b>	40,6	58,9	49,7	49,8	49,8 a
<b>sector 8</b>	42,4	63,2	49,7	48,4	50,9 a
<b>Média Colheitas</b>	40,5 a	60,1 b	49,6 c	49,0 c	
<b>F calc</b>	F sector = 0,071		F colheita = 68,93***		

**Nota:** As médias dos sectores e das colheitas assinaladas com letra igual, por coluna e por linha, respectivamente, não apresentaram diferenças significativas entre si com nível de significância de 0,05.

Em relação ao ferro também não houve diferenças significativas entre as médias dos três sectores, mas entre as médias das colheitas existiram diferenças significativas entre todas elas (Quadro 15).

**Quadro 15** - Valores do Fe da solução nutritiva (mg/L) por colheita e sector.

	colheita 1	colheita 2	colheita 3	colheita 4	Média Sectores
<b>sector 3</b>	0,59	0,95	0,78	0,11	0,60 a
<b>sector 4</b>	0,59	0,93	0,77	0,07	0,59 a
<b>sector 8</b>	0,58	1,00	0,76	0,13	0,62 a
<b>Média Colheitas</b>	0,59 a	0,96 b	0,77 c	0,10 d	
<b>F calc</b>	F sector = 0.009		F colheita = 593.2***		

**Nota:** As médias dos sectores e das colheitas assinaladas com letra igual, por coluna e por linha, respectivamente, não apresentaram diferenças significativas entre si com nível de significância de 0,05.

Em relação ao zinco, mais uma vez a análise estatística das médias dos sectores não demonstrou a existência de diferenças significativas, mas demonstrou que as médias das colheitas diferiram entre si como se pode ver no quadro 16.

**Quadro 16** - Valores do Zn da solução nutritiva (mg/L) por colheita e sector.

	colheita 1	colheita 2	colheita 3	colheita 4	Média Sectores
<b>sector 3</b>	0,064	0,093	0,069	0,019	0,061 a
<b>sector 4</b>	0,056	0,088	0,067	0,014	0,056 a
<b>sector 8</b>	0,056	0,103	0,066	0,025	0,063 a
<b>Média Colheitas</b>	0,059 a	0,095 b	0,067 c	0,019 d	
<b>F calc</b>	F sector = 0.044		F colheita = 103.7***		

**Nota:** As médias dos sectores e das colheitas assinaladas com letra igual, por coluna e por linha, respectivamente, não apresentaram diferenças significativas entre si com nível de significância de 0,05.

As médias de manganês não diferiram significativamente por sector segundo a ANOVA, mas em relação às colheitas houve diferenças significativas, nomeadamente na colheita 4 onde a média foi menor que nas outras (Quadro 17).

**Quadro 17** - Valores do Mn da solução nutritiva (mg/L) por colheita e sector.

	colheita 1	colheita 2	colheita 3	colheita 4	Média Sectores
<b>sector 3</b>	0,368	0,418	0,406	0,088	0,320 a
<b>sector 4</b>	0,356	0,413	0,403	0,059	0,308 a
<b>sector 8</b>	0,372	0,451	0,407	0,113	0,336 a
<b>Média Colheitas</b>	0,365 a	0,427 a	0,405 a	0,08 b	
<b>F calc</b>	F sector = 0.031		F colheita = 244.8***		

**Nota:** As médias dos sectores e das colheitas assinaladas com letra igual, por coluna e por linha, respectivamente, não apresentaram diferenças significativas entre si com nível de significância de 0,05.

Os valores de cobre foram muito baixos, mesmo tratando-se da solução nutritiva, pelo que não se efectuou análise estatística a este elemento.

Os resultados das análises efectuadas à solução nutritiva foram, de modo geral, os mesmos, não existindo diferenças significativas entre as médias dos sectores, mas havendo diferenças pontuais entre as médias das colheitas, sendo que essas diferenças entre colheitas não deveriam existir, pois é suposto a composição da solução nutritiva permanecer constante ao longo tempo.

Existiram três casos que se destacaram dos restantes:

- O valor de azoto amoniacal na 3ª colheita foi muito inferior às restantes colheitas e completamente diferente do que seria de esperar.
- O valor de fósforo na 2ª colheita também foi muito baixo em relação aos restantes valores e completamente diferente do que devia ser.
- Os valores de Fe, Zn e Mn foram muito inferiores na 4ª colheita, o que indica que algo se passou na cuba da “cabeça de rega” que fornece os micronutrientes, possivelmente estaria muito vazia, na altura desta colheita.

#### 4.2. Fibra de Coco

No quadro 18 apresentam-se as médias dos valores obtidos nas determinações efectuadas nas amostras de fibra de coco.

**Quadro 18** - Médias dos valores de fibra de coco das sete modalidades, com condutividade eléctrica em mS/cm e restantes elementos em mg/L.

	AV'12	AV'11	AV'10	AV'09	AV'08	DW'12	DW'11	F calc
<b>pH</b>	5,3 b	5,3 b	5,7 c	5,1 b	4,5 a	6,5 d	5,3 b	55,73***
<b>Condutividade</b>	0,343 d	0,234 c	0,732 b	0,715 b	0,44 a	0,397 ad	0,362 ad	112,5***
<b>N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>	0,19 b	0,15 b	0,19 b	0,27 b	1,74 a	0,16 b	0,16 b	372,5***
<b>N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	16,7 c	19,1 c	31,3 a	28,4 a	29,5 a	11,5 e	53,5 d	190,8***
<b>P</b>	21,0 c	21,9 c	52,8 ab	62,1 b	47,7 a	13,9 c	82,9 d	73,49***
<b>K</b>	31,6 c	39,2 bc	53,8 a	52,8 a	51,4 ab	31,3 c	128,4 d	176,9***
<b>Na</b>	8,5 cd	12,3 bc	18,2 a	17,9 ab	13,9 abc	6,2 d	45,8 e	118,1***
<b>Ca</b>	127,9 bd	96,6 a	150,7 cd	170,8 c	121,5 ab	124,1 abd	139,2 bd	16,59***
<b>Mg</b>	29,7 c	28,4 c	47,1 ab	53,7 b	41,9 a	28,1 c	70,8 d	53,72***
<b>Fe</b>	0,102 b	0,113 b	0,231 ac	0,290 a	0,288 a	0,168 bc	0,225 ac	20,37***
<b>Zn</b>	0,243 a	0,108 a	0,235 a	0,425 a	0,319 a	0,056 a	1,776 b	30,24***
<b>Mn</b>	0,333 d	0,410 cd	1,065 a	1,618 b	0,832 ac	0,177 d	0,348 d	31,15***

**Nota:** As modalidades assinaladas com a mesma letra, na mesma linha, não demonstraram diferenças significativas entre si com um nível de significância de 0,05.

A análise de variância aos resultados do pH revelou que houve diferenças significativas entre as médias das modalidades. A média nas modalidades de “Avalanche”, sobem ligeiramente até AV'10 onde o pH foi mais alto, decrescendo depois até AV'08 onde o pH foi baixo na ordem dos 4,5. Em relação ao pH da fibra de coco onde a variedade “Deepwater” se encontrava instalada, o pH teve um comportamento diferente devido à média alta de 6,5 do pH da modalidade DW'12, decrescendo depois para 5,3.

Após a análise de variância pôde-se verificar que existiram diferenças significativas entre as médias da condutividade eléctrica da fibra de coco. Estas decresceram de AV'12 para AV'11, aumentando depois em AV'10 estabilizando, decrescendo em AV'08. Em relação à condutividade eléctrica da fibra de coco das modalidades de “Deepwater”, pode-se dizer que houve um decréscimo da condutividade, apesar de o teste Tukey indicar que não existem diferenças significativas entre as duas médias.

As médias dos valores de azoto amoniacal foram sempre mais ou menos constantes ao longo das modalidades não existindo diferenças significativas, excepto na modalidade AV'08, que foi muito superior.

A ANOVA aos valores das médias de azoto nítrico mostrou a existência de diferenças significativas. Nas modalidades de “Avalanche”, AV'12 e AV'11 foram estatisticamente iguais, apesar da média de AV'11 ser maior, e diferentes das restantes, registando-se um

aumento de AV'11 para AV'10, estabilizando. O azoto nítrico nas modalidades de "Deepwater" aumentou muito entre DW'12 e DW'11.

Após a análise de variância às médias dos valores de fósforo, esta revelou que estas são significativamente diferentes, principalmente a partir da média de AV'11 e a AV'10, onde houve um aumento, e entre a AV'09 e AV'08 onde houve um decréscimo. Nas modalidades de "Deepwater" também houve diferenças significativas nos valores de fósforo, havendo uma grande diferença entre essas duas médias.

Com base nos resultados da análise de variância pode-se afirmar que existiram diferenças significativas entre as médias dos valores de K. Estes aumentam até AV'10 estabilizando, apesar de a diferença entre AV'11 e AV'08 não ser significativa. Entre a modalidade DW'12 e DW'11 houve um aumento drástico das médias de K.

A análise de variância revelou diferenças significativas entre as médias dos resultados obtidos de Na na fibra de coco. Estas aumentaram desde AV'12 até AV'10, decrescendo então de AV'09 e AV'08. Entre DW'12 e DW'11 também houve um grande aumento de Na na fibra onde esta variedade se encontrava instalada, havendo uma grande diferença entre essas modalidades.

A ANOVA às médias de cálcio na fibra de coco também mostraram a existência de diferenças significativas. Nas modalidades de "Avalanche" a média de cálcio desceu entre AV'12 e AV'11, aumentando depois até AV'09, onde se encontraram os valores mais altos, e desceu na última modalidade. Já o cálcio nas modalidades de "Deepwater" aumentou em vez de diminuir no início.

Após a análise de variância aos resultados de magnésio na fibra de coco, descobriram-se diferenças significativas entre as médias desses mesmos resultados. Nas modalidades de "Avalanche" as modalidades AV'12 e AV'11 não são significativamente diferentes, mas são significativamente diferentes das AV'10, AV'09 e AV'08. As médias aumentam a partir de AV'11 até AV'09, diminuindo um pouco em AV'08. Em relação às médias de magnésio nas duas modalidades de "Deepwater", houve um aumento drástico entre elas.

As médias dos resultados de Fe revelaram-se ser significativamente diferentes após a análise de variância. Nas modalidades de "Avalanche", a média foi estável entre AV'12 e AV'11, aumentado significativamente entre AV'11 e AV'10 estabilizando. Nas modalidades de "Deepwater" a média de ferro aumentou entre DW'12 e DW'11, apesar de essa diferença não ter sido significativa.



Em relação aos resultados de Zn na fibra de coco, apesar da análise de variância revelar diferenças significativas entre as médias, o teste de Tukey mostrou que a única média que diferia das outras era a de DW'11, com uma média bastante superior das outras (figura 15).

A ANOVA aos resultados de manganês na fibra de coco revelou mais uma vez a existência de diferenças significativas entre algumas médias das modalidades. Em relação às modalidades de “Avalanche” a partir de AV'11 houve um aumento da média até AV'09, decrescendo para AV'08. Entre DW'12 e DW'11, houve um aumento de manganês na fibra de coco, apesar de essa diferença não ser estatisticamente diferente.

Em relação ao cobre presente na fibra de coco analisada, os resultados foram nulos na maioria das modalidades ou muito baixo, pelo que se exclui a análise estatística deste nutriente.

O substrato de 5º ano (AV'08) apresentou, no seu conjunto, um comportamento diferenciado dos outros, pois teve um valor de pH muito baixo em relação aos outros, motivado provavelmente pelo valor muito elevado de  $\text{N-NH}_4^+$  e um valor de condutividade baixo relativamente a 2009 e 2010, o que não se compreende, pois comparando com os valores dos restantes nutrientes, nos dois anos anteriores, os valores são semelhantes na maioria dos elementos.

Assim, na variedade “Avalanche”, o pH da fibra de coco parece ter tendência para aumentar nos dois primeiros anos e diminuir nos dois últimos; a condutividade eléctrica, retirando o valor atípico da última modalidade, tem tendência para aumentar ao longo dos anos, e de uma forma geral os nutrientes, acompanhando o que acontece com a condutividade, têm tendência para aumentar no substrato a partir do 3º ano.

Comparando as duas variedades, apesar de na grande maioria dos elementos, estas apresentarem o mesmo comportamento, aumento entre a modalidade do 1º ano e a modalidade do 2ª ano, excepto alguns nutrientes, como por exemplo o cálcio, em que na “Avalanche” houve uma diminuição em vez de aumento. Contudo na variedade “Deepwater” esse aumento foi maior que na variedade “Avalanche”, havendo casos onde os valores das médias de DW'11 foram mesmo maior que todas as médias das outras modalidades, o que, comparando com os valores de condutividade que são muito próximos nos dois anos, torna os resultados estranhos.

### 4.3. Solução de Drenagem

Com base nos resultados da análise de variância às médias de pH, chegou-se à conclusão que existiram diferenças significativas nas médias dos factores, ou seja existiram diferenças entre as modalidades estudadas bem como diferenças entre as colheitas, e interacção entre os factores (Quadro 19).

**Quadro 19** - Valores do pH na solução de drenagem por colheita e por modalidade.

	colheita1	colheita2	colheita3	colheita4	colheita5	colheita6	colheita7	colheita8	colheita9	colheita10	Média Modalidades
AV'12	6,8 b	6,8 b	6,7 bc	6,7 bc	6,9 b	6,8 b	6,7 bc	6,8 bc	6,5 b	6,6 bc	6,7 d
AV'11	7,0 abc	7,1 ab	6,7 abcd	6,6 bc	6,5 b	6,5 b	6,4 b	6,5 b	6,3 b	6,4 b	6,6 bc
AV'10	6,9 bc	6,9 bc	6,4 bcd	6,4 b	6,8 b	6,7 b	6,6 bc	6,7 bc	6,6 ab	6,5 bc	6,6 c
AV'09	6,8 b	6,9 b	6,3 b	6,4 b	6,6 b	6,6 b	6,6 b	6,6 b	6,3 b	6,5 bc	6,6 bc
AV'08	7,3 ac	7,4 a	7,2 a	7,2 a	7,4 a	7,4 a	7,2 a	7,3 a	6,9 a	7,1 a	7,2 a
DW'12	7,3 ac	7,3 ac	7,0 ad	7,0 ac	6,9 b	6,9 b	7,0 ac	7,0 ac	6,9 a	6,9 ac	7,0 e
DW'11	6,7 b	6,8 b	6,5 c	6,6 bc	6,5 b	6,6 b	6,5 b	6,5 b	6,4 b	6,3 b	6,5 b
Média Colheitas	7,0 a	7,0 a	6,7 bf	6,7 bcf	6,8 c	6,8 bc	6,7 bcf	6,8 bc	6,5 d	6,6 df	
F calc	F Modalidade = 156.618***			F Colheita = 32.544***			F Modalidade:Colheita = 2.428***				

**Nota:** As médias assinaladas com letra igual, por coluna, e a média das colheitas na última linha, não apresentaram diferenças significativas entre si com nível de significância de 0,05.

Entre o primeiro ano e o segundo o pH desceu ligeiramente e depois estabilizou, aumentando drasticamente no 5º ano.

Na variedade “Deepwater” houve um decréscimo do pH do primeiro ano para o segundo.

A análise estatística das médias dos resultados da condutividade eléctrica da água de drenagem mostrou que existiram diferenças significativas tanto entre as modalidades e entre as colheitas, bem como uma interacção entre os dois factores (Quadro 20).

**Quadro 20** - Valores da condutividade eléctrica na solução de drenagem (mS/cm) por colheita e por modalidade.

	colheita1	colheita2	colheita3	colheita4	colheita5	colheita6	colheita7	colheita8	colheita9	colheita10	Média Modalides
AV'12	1,5 cd	1,5 cd	1,5 c	1,6 c	2,0 d	2,1 d	2,8 c	2,6 d	3,0 c	2,7 c	2,1 e
AV'11	2,5 a	2,5 a	2,7 b	2,9 b	3,4 ab	3,5 ab	3,9 b	3,9 b	4,5 ab	4,7 ab	3,5 d
AV'10	3,6 b	3,5 b	3,7 a	3,9 a	4,1 b	4,2 b	5,0 a	5,2 a	4,7 a	5,4 a	4,3 c
AV'09	2,8 ab	2,8 ab	3,4 ab	3,5 ab	3,5 ab	3,7 ab	4,3 ab	4,8 a	4,8 a	5,0 ab	3,9 b
AV'08	2,3 ac	2,2 ac	3,4 ab	3,5 ab	3,1 ac	3,3 ac	4,8 a	4,8 a	5,2 a	4,8 ab	3,7 ab
DW'12	1,1 d	1,1 d	1,5 c	1,6 c	2,3 cd	2,4 cd	2,9 c	2,9 de	2,9 c	3,3 c	2,2 e
DW'11	3,5 b	3,5 b	3,4 ab	3,2 ab	3,5 ab	3,2 ab	3,8 b	3,6 be	3,8 b	4,4 b	3,6 ad
Média Colheitas	2,4 a	2,4 a	2,8 b	2,9 b	3,1 c	3,2 c	3,9 d	3,9 d	4,1 de	4,3 e	
F calc	F Modalidade = 370.719***			F Colheita = 177.936***			F Modalide:Colheita = 5.237***				

**Nota:** As médias assinaladas com letra igual, por coluna, e a média das colheitas na última linha, não apresentaram diferenças significativas entre si com nível de significância de 0,05.

Apesar de a maioria das médias terem sido significativamente diferentes, pode-se afirmar que a condutividade aumentou nas primeiras modalidades até à AV'10, apresentando depois uma estabilização, apesar de ter diminuído um pouco.

A condutividade eléctrica das modalidades de “Deepwater” aumentaram do 1º ano para o 2º ano.

Em relação aos azotos, a análise ao azoto amoniacal nas amostras da solução de drenagem, foram sempre resultados nulos em todas as modalidades e todas as colheitas.

O azoto nítrico apresentou também um aumento dos valores ao longo das colheitas. Apresenta uma grande interacção entre factores, e diferenças significativas entre as colheitas e entre as modalidades (Quadro 21).

**Quadro 21** - Valores do N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> na solução de drenagem (mg/L) por colheita e por modalidade.

	colheita1	colheita2	colheita3	colheita4	colheita5	colheita6	colheita7	colheita8	colheita9	colheita10	Média Modalidades
AV'12	98,8 ab	103,6 cd	163,7 c	100,4 d	111,8 a	202,1 a	144,2 b	210,3 cd	194,4 b	261,5 b	159,1 e
AV'11	123,0 ab	126,3 ac	234,6 ac	280,2 c	304,0 b	412,3 bc	307,1 a	368,7 ab	362,5 a	461,7 a	298,1 d
AV'10	191,3 a	218,2 ab	428,4 b	423,0 b	341,3 b	476,9 b	339,3 a	449,5 b	413,2 a	511,2 a	379,2 c
AV'09	203,9 a	155,2 ad	327,5 ab	390,8 ab	303,3 b	411,7 bc	320,5 a	430,9 be	384,3 a	495,6 a	342,4 b
AV'08	122,7 ab	115,4 ac	259,2 ac	309,0 ac	174,5 a	294,9 ad	264,4 a	339,7 ae	354,2 a	463,2 a	269,7 a
DW'12	27,1 b	23,9 c	35,6 d	41,2 d	146,6 a	193,4 a	142,4 b	170,5 c	233,5 b	281,0 b	129,5 f
DW'11	188,9 a	265,6 b	318,2 a	332,8 abc	295,3 b	345,9 cd	254,5 a	291,8 ad	378,8 a	442,8 a	311,5 d
Média Colheitas	136,5 a	144,0 a	252,5 b	268,2 b	239,5 b	333,9 c	253,2 b	323,1 c	331,6 c	416,7 d	
F calc	F Modalidade = 266.536***			F Colheita = 162.151***			F Modalidade:Colheita = 5.603***				

**Nota:** As médias assinaladas com letra igual, por coluna, e a média das colheitas na última linha, não apresentaram diferenças significativas entre si com nível de significância de 0,05.

Existiu um aumento do azoto nítrico na solução de drenagem entre AV'12 para AV'11 e para AV'10, mas depois este diminuiu nas restantes modalidades, mas de forma menos abrupta.

Nas modalidades "Deepwater" também se verificou um aumento dos valores de azoto nítrico entre a modalidade DW'12 e a modalidade DW'11.

A análise estatística dos resultados do fósforo na solução de drenagem mostrou diferenças significativas entre as médias dos diferentes factores, bem como a existência de interacção entre esses mesmos factores (Quadro 22).

**Quadro 22** - Valores do P na solução de drenagem (mg/L) por colheita e por modalidade.

	colheita1	colheita2	colheita3	colheita4	colheita5	colheita6	colheita7	colheita8	colheita9	colheita10	Média Modalidades
AV'12	75,6 a	77,6 a	66,1 a	69,2 a	51,8 a	43,7 a	63,7 a	65,7 a	79,7 a	81,5 a	67,5 a
AV'11	117,1 b	116,7 b	124,0 b	131,5 b	94,6 bc	69,8 ab	105,4 bc	106,9 bc	128,5 b	131,4 b	112,6 c
AV'10	145,2 b	142,3 b	156,9 b	155,9 bc	87,9 bc	66,2 ab	99,5 bc	106,7 bc	116,3 bc	122,6 b	119,9 b
AV'09	119,4 b	118,4 b	145,6 b	148,4 bc	91,7 bc	71,1 ab	97,3 bc	112 b	121,3 b	128,2 b	115,3 bc
AV'08	81,4 a	75,7 a	82,8 b	82,0 a	54,7 a	44,4 a	53,6 a	48,1 a	68,2 a	66,3 a	65,7 a
DW'12	58,7 a	57,3 a	70,7 b	75,1 a	65,0 ac	58,2 ac	78,0 ac	76,9 ac	85,4 ac	85,5 a	71,1 a
DW'11	195,6 c	185,2 c	190,4 c	177,9 c	114,9 b	89,1 bc	121,9 b	127,9 b	137,7 b	143,3 b	148,4 d
Média Colheitas	113,3 ab	110,5 ab	119,5 b	120,0 b	80,1 c	63,2 d	88,5 ce	92,0 e	105,3 a	108,4 a	
F calc	F Modalidade = 341.110***			F Colheita = 79.812***			F Modalidade:Colheita = 7.018***				

**Nota:** As médias assinaladas com letra igual, por coluna, e a média das colheitas na última linha, não apresentaram diferenças significativas entre si com nível de significância de 0,05.

Os valores das médias das modalidades de “Avalanche” aumentaram nas primeiras modalidades, atingindo o pico na modalidade AV’10, estabilizando, sendo que ao fim de 5 anos, cai abruptamente. A média de fósforo na modalidade AV’08, a que contém a fibra de coco mais antiga, tem valores idênticos à modalidade AV’12.

Em relação às modalidades DW’12 e DW’11 também as diferenças foram significativas havendo um aumento dos valores médios entre uma e outra modalidade.

Os resultados do potássio, depois de efectuada a ANOVA, mostraram existir diferenças significativas entre as médias dos dois factores, e interacção entre os dois factores (Quadro 23).

**Quadro 23** - Valores do K na solução de drenagem (mg/L) por colheita e por modalidade.

	colheita1	colheita2	colheita3	colheita4	colheita5	colheita6	colheita7	colheita8	colheita9	colheita10	Média Modalidades
AV’12	131,9 b	131,1 b	132,7 e	137,1 b	175,7 c	169,2 c	216,3 c	197,7 c	252,7 b	266,7 c	181,1 d
AV’11	284,1 ac	299,8 a	278,5 ad	299,5 a	350,4 ab	370,1 ab	352,5 ab	353,7 ab	408,1 ab	455,3 ab	345,2 ab
AV’10	395,0 c	379,2 cd	324,1 ac	368,9 a	402,9 a	427,8 a	427,4 a	423,2 a	432,9 ab	502,2 a	408,4 c
AV’09	286,9 ac	282,0 ac	299,8 ac	300,9 a	354,1 ab	364,4 ab	387,6 ab	394,0 a	450,5 ab	495,0 ab	361,5 b
AV’08	209,1 ab	213,4 ab	258,0 ab	256,3 ab	332,0 ab	313,5 ab	362,5 ab	403,9 a	456,0 a	512,6 ab	331,7 a
DW’12	124,3 b	122,1 b	166,0 bde	166,4 b	234,5 cb	261,3 bc	296,9 bc	272,6 bc	333,1 b	345,7 bc	232,3 e
DW’11	347,6 c	467,8 d	403,6 c	370,6 a	399,1 a	377,0 ab	373,1 ab	381,8 ab	440,5 a	448,3 ab	401,0 c
Média Colheitas	254,1 a	270,8 a	266,1 a	271,4 a	321,3 b	326,2 b	345,2 b	346,7 b	396,2 c	432,2 d	
F calc	F Modalidade = 180.530***			F Colheita = 61.078***			F Modalidade:Colheita = 3.121***				

**Nota:** As médias assinaladas com letra igual, por coluna, e a média das colheitas na última linha, não apresentaram diferenças significativas entre si com nível de significância de 0,05.

As médias do factor modalidade que mais contribuíram para estas diferenças foram as das modalidades AV’12 e AV’10. Os valores aumentaram à medida que a idade da modalidade aumenta até atingirem o pico em AV’10 e desceram nas mais antigas, embora de uma maneira mais estável.

Nas modalidades com a variedade “Deepwater”, também se registou um aumento da modalidade de 2012 para a de 2011.

Depois da análise estatística às médias dos resultados obtidos de sódio, verificou-se que existiam diferenças significativas entre as médias das modalidades e as médias das colheitas, assim como interacção entre esses mesmos factores (Quadro 24).

**Quadro 24** - Valores do Na na solução de drenagem (mg/L) por colheita e por modalidade.

	colheita1	colheita2	colheita3	colheita4	colheita5	colheita6	colheita7	colheita8	colheita9	colheita10	Média Modalidades
AV'12	38,0 b	39,1 b	57,4 c	65,3 c	86,4 b	168,6c	84,2 b	73,0 b	81,3 c	85,0 c	77,8 d
AV'11	121,7 ac	125,7 ac	120,6 ab	129,7 ab	155,9 a	229,6 abc	119,7 ab	123,0 ab	155,0 ab	152,6 ab	143,4 bd
AV'10	163,7 c	159,7c	150,3 ab	184,0 a	206,0 a	268,4 b	174,6 a	175,3 a	182,9 a	183,3 a	184,8 c
AV'09	125,8 ac	125,7 ac	142,2 ab	144,2 ab	162,0 a	252,6 ab	148,3 a	138,3 a	162,8 ab	165,4 ab	156,7 ab
AV'08	85,0 ab	90,7 ab	165,5 a	166,8 a	171,3 a	196,0 ab	156,5 a	171,5 a	183,3 a	184,8 a	157,1 a
DW'12	60,4 b	58,5 b	100,4 bc	101,3 bc	136,1 a	150,6 ac	136,6 ab	125,5 ab	113,9 bc	123,9 bc	110,7 e
DW'11	120,1 ac	153,8 c	152,8 ab	131,9 ab	182,2 a	169,5 ab	135,9 ab	131,0 ab	143,0 ab	147,4 ab	146,8 a
Média Colheitas	102,1 a	107,6 a	127,0 b	131,9 bc	157,1 d	205,0 de	136,5 bef	133,9 bf	146,0 cdf	148,9 df	
F calc	F Modalidade = 128.514***			F Colheita = 25.496***			F Modalidade:Colheita = 2.328***				

**Nota:** As médias assinaladas com letra igual, por coluna, e a média das colheitas na última linha, não apresentaram diferenças significativas entre si com nível de significância de 0,05.

As médias das modalidades aumentaram entre AV'12 e AV'10, estabilizando nas restantes, apesar de terem decrescido entre a modalidade AV'10 e a AV'09.

Em relação às modalidades DW'12 e DW'11 houve um aumento dos valores entre uma e outra.

A análise de variância aos resultados do cálcio presente na solução de drenagem, revelaram mais uma vez diferenças significativas entre os dois factores, assim como a existência de interacção entre eles (Quadro 25).

**Quadro 25** - Valores do Ca na solução de drenagem (mg/L) por colheita e por modalidade.

	colheita1	colheita2	colheita3	colheita4	colheita5	colheita6	colheita7	colheita8	colheita9	colheita10	Média Modalidades
AV'12	100,9 ac	100,7 bc	105,4 de	110,1 cd	141,9 b	168,6 bd	133,6 ab	121,5 d	224,3 bc	224,0 c	143,1 a
AV'11	112,0 abc	109,8 abc	165,8 bdf	162,4 b	213,1 acd	229,6 acd	160,6 ab	222,6 ac	283,2 ab	290,7 ab	195,0 b
AV'10	171,1 b	169,6 a	262,9 a	263,4 a	246,7 c	268,4c	184,6 a	311,2 b	302,5 a	340,8 a	252,1 c
AV'09	133,1 abc	125,5 ab	228,2 ac	242,9 a	234,2 cd	252,6 ac	177,3 a	279,6 bc	327,5 a	323,7 a	232,5 d
AV'08	119,7 abc	118,0 abc	237,3 abc	253,7 a	172,3 ab	196,0 ab	169,4 ab	210,2 a	335,4 a	329,6 a	214,2 e
DW'12	62,3 c	62,4 c	80,0 e	89,7 d	136,1 b	150,6 b	108,6 b	135,3 d	174,1 c	188,5 c	118,8 f
DW'11	142,1 ab	141,9 ab	180,6 cf	167,9 bc	182,2 bd	169,5 bd	110,3 b	165,1 ad	234,9 bc	244,5 bc	173,9 g
Média Colheitas	120,2 a	118,3 a	180,0 b	184,3 b	189,5 bc	205,0 c	149,2 d	206,5 c	268,8 e	277,4 e	
F calc	F Modalidade = 222.999***			F Colheita = 197.309***			F Modalidade:Colheita = 6.518***				

**Nota:** As médias assinaladas com letra igual, por coluna, e a média das colheitas na última linha, não apresentaram diferenças significativas entre si com nível de significância de 0,05.

Em relação às médias das modalidades com a variedade “Avalanche”, os resultados foram maiores à medida que a idade da modalidade também era maior até AV’10, altura em que os resultados foram decrescendo. As médias dos valores de cálcio das modalidades DW’12 e DW’11 também aumentaram entre elas.

Em relação aos resultados de magnésio analisados, existiu uma grande interacção entre as modalidades e as colheitas, bem como a existência de diferenças significativas nas médias dos dois factores (Quadro 26).

**Quadro 26** - Valores do Mg na solução de drenagem (mg/L) por colheita e por modalidade.

	colheita1	colheita2	colheita3	colheita4	colheita5	colheita6	colheita7	colheita8	colheita9	colheita10	Média Modalidades
AV’12	35,0 bc	34,1 bc	45,2 c	47,1 c	85,1 b	87,9 c	70,2 c	65,7 d	97,7 b	98,7 b	66,7 d
AV’11	63,4 ab	59,6 ab	109,5 b	125,7 b	173,6 a	183,6 ab	125,3 ab	156,3 ac	179,4 a	182,3 a	135,9 c
AV’10	97,7 a	90,3 a	191,0 a	179,8 a	200,0 a	210,9 a	139,3 ab	222,0 b	196,6 a	208,9 a	173,7 b
AV’09	73,4 ac	64,1 ac	169,9 ad	178,5 a	167,4 a	186,0 ab	128,2 ab	191,4 ab	192,2 a	198,3 a	154,9 a
AV’08	63,4 ab	63,4 ab	178,5 ad	181,4 a	154,8 a	168,2 ab	146,7 a	174,0 ac	215,8 a	217,7 a	155,9 a
DW’12	16,6 b	16,2 b	26,0 c	27,9 c	68,4 b	71,3 c	56,0 c	63,7 d	91,5 b	89,8 b	52,7 e
DW’11	85,9 a	83,1 a	143,2 bd	137,3 ab	157,5 a	146,2 b	96,9 bc	129,4 c	171,3 a	173,9 a	132,5 c
Média Colheitas	62,2 a	58,0 a	123,3 b	125,4 b	143,8 c	150,6 c	109,0 d	143,2 c	163,5 e	167,1 e	
F calc	F Modalidade = 343.489***			F Colheita = 163.659***			F Modalidade:Colheita = 5.911***				

**Nota:** As médias assinaladas com letra igual, por coluna, e a média das colheitas na última linha, não apresentaram diferenças significativas entre si com nível de significância de 0,05.

Essas médias dos valores de magnésio na solução de drenagem aumentaram nas modalidades AV’12 e AV’11, até ao valor máximo na modalidade AV’10, e desceu depois na modalidade AV’09, mantendo os valores das médias em AV’08.

O magnésio na drenagem das modalidades de “Deepwater” também aumentou entre DW’12 e DW’11.

Os resultados dos restantes elementos, ferro, cobre, zinco e manganês, na solução de drenagem foram a maior parte nulos ou vestigiais, optando-se por não inclui-los da análise de variância.

Na maioria dos elementos, os valores foram mais baixos nas modalidades com plantas e fibra de coco mais novas, aumentando nas modalidades mais antigas, estabilizando. Contudo na modalidade AV'08 os valores diminuíram, chegando, em alguns elementos, a atingir valores próximos das modalidades mais recentes, como por exemplo o fósforo. O pH foi a grande exceção em termos de comportamento, diminuindo um pouco no 2º ano e estabilizando, e aumentando drasticamente no 5º ano.

Pode-se afirmar, com base nos resultados, que não existem diferenças entre as duas variedades estudadas no que toca a solução de drenagem em relação ao comportamento, havendo nas duas variedades um aumento do primeiro ano para o segundo, com exceção do pH. Em relação aos valores houve alguns casos que são importantes de referir. Casos do pH e do Na, em que na modalidade DW'12 os valores foram elevados, comparando com AV'12, apesar do valor de pH ser bastante mais diferente; e os casos do P e do K, com valores superiores na modalidade DW'11 em relação a AV'11.

Em relação às médias das colheitas, os valores foram aumentando ao longo das colheitas, com exceção do pH e do fósforo, mas regra geral aumentaram de maneira regular até à última colheita.



## 5. Conclusões

Com base nos resultados das análises efectuadas no decurso deste trabalho podemos chegar às seguintes conclusões:

- Não existiu diferenças da composição da solução nutritiva entre os três sectores onde as modalidades se encontravam instaladas. Contudo existiram diferenças entre colheitas, principalmente nos valores de azoto amoniacal e do fósforo, na 3ª e 2ª colheita respectivamente, o que sugere a existência de algum problema na formulação da solução nutritiva, que deve ser investigado, pois é suposto que a solução nutritiva seja constante ao longo do tempo. Conclui-se também que na 4ª colheita, houve uma diminuição muito drástica nos valores dos micronutrientes, o que significa que, provavelmente, a cuba que fornece estes nutrientes, estaria praticamente vazia.
- À medida que se fornece a solução nutritiva a rosas plantadas em fibra de coco, este vai preenchendo o seu complexo de troca, ficando saturado ao fim de quatro anos de cultura, sendo o pH e o azoto amoniacal as únicas excepções, pois o pH decresce e o azoto amoniacal aumenta no 5º ano. De facto, apesar dos valores serem constantes, estes ao fim de cinco anos apresentam um comportamento diferenciado, não seguindo a tendência dos anos anteriores, não se podendo concluir a causa dessa diferença com os resultados obtidos. É portanto recomendável, que, pelo menos nos três primeiros anos de utilização da fibra de coco, se aumente a quantidade de nutrientes fornecidos à cultura, devido à competição existente entre as roseiras e a fibra de coco, que pode reter no seu complexo de troca catiónica, os elementos destinados à planta.
- A composição da solução de drenagem, aumenta ao longo dos anos, e das colheitas, o que corrobora o que acontece com a fibra de coco, pois nos primeiros anos a composição da solução de drenagem é mais baixa, devido aos nutrientes ficarem retidos na fibra de coco e serem absorvidos pelas plantas, e à medida que o complexo de troca da fibra de coco vai ficando preenchido, existem mais nutrientes que são lixiviados. O 5º ano de cultura, volta a ser a excepção, novamente com um comportamento diferenciado dos anos anteriores.
- Comparando as duas variedades, podemos concluir com base nos resultados da solução de drenagem, que apresentam um comportamento idêntico. Contudo os valores dos resultados da fibra de coco apresentaram diferenças. Na variedade “Avalanche” estes mantiveram-se próximos nos dois primeiros anos, mas na variedade “Deepwater”, estes aumentaram drasticamente. Estes resultados são estranhos, pois os valores da condutividade eléctrica são idênticos, pelo que

podemos concluir que ou houve algum tipo erro de medição nos valores da condutividade eléctrica ou na medição dos restantes elementos, contudo a causa não é clara.

## 6. Bibliografía

ABAD, M., NOGUERA, P., PUCHADES, R., NOGUERA, V., MAQUIEIRA, A., 2002. *Physico-chemical and chemical properties of some coir dusts for use as a peat substitute for containerised ornamental plants*. Biosource Technology **82**: 241-245.

ALONSO, E. E., LÓPEZ, C. C., LÓPEZ-VELA, D., RUEDA, I. M., 2005. *Fertirrigación de plantas ornamentales*. In *Fertirrigación: Cultivos Hortícolas, Frutales y Ornamentales*, C. C. López (ed.), pp. 448-454. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, Espanha.

BERJÓN, M. A., MURRAY, P. N., BENEDITO, C. C., 2004. *Los sustratos en los cultivos sin suelo*. In *Tratado de Cultivo Sin Suelo*, M. U. Gavilán (ed.), pp. 113-158. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, Espanha.

CABRERA, R. I., EVANS, R. Y., PAUL, J. L., 1995. *Cyclic nitrogen uptake by greenhouse roses*. Scientia Horticulturae **63**: 57-66.

CABRERA, R. I., 2000. *Effect of NaCl salinity and nitrogen fertilizer formulation on yield and nutrient status of roses*. Acta Horticulturae **547**: 255-260.

DE HOOG JR., J., WARMENHOVEN, M., EVELEENS-CLARK, B., VAN MOURIK, N., NOLLIE, M., 2000. *Effects of plant density, harvest methods and bending of branches on the production and quality of roses*. Acta Horticulturae **547**: 311-317.

DOMÉÑO, I., IRIGOYEN, N., MURO, J., 2009. *Evolution of organic matter and drainages in wood fibre and coconut fibre substrates*. Scientia Horticulturae **122**: 269-274.

EN 13037 (1999). *Soil improvers and growing media—Determination of pH*. European committee for standardization, Brussels, Bélgica.

EN 13038 (1999). *Soil improvers and growing media—Determination of electrical conductivity*. European committee for standardization, Brussels, Bélgica.

EVANS, M. R., KONDURU, S., STAMPS, R. H., 1996. *Source Variation in Physical and Chemical Properties of Coconut Coir Dust*. HortScience **31**: 965-967.

FAO, 1990. *Soilless culture for horticulture crop production*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Itália.

FASCELLA, G., ZIZZO, G. V., AGNELLO, S., 2007. *Evaluating the productivity of red rose cultivars in soilless culture*. Acta Horticulturae **751**: 99-104.

- GAVILÁN, M. U., 2004. *Bases y sistemas de los cultivos sin suelo*. In Tratado de Cultivo Sin Suelo, M. U. Gavilán (ed.), pp. 3-47. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, Espanha.
- HASEK, R. F., 1980. *Roses*. In Introduction to Floriculture, R. A. Larson (ed.), pp. 83-105. Academic Press, Inc., New York, E.U.A..
- HOUBA, V. J., LEE, J. J., NOVOZAMSKY, I., WALINGA, I., 1989. *Soil and Plant Analysis, part 5*. Soil Analysis procedures, Wageningen, Holanda.
- JUSCAFRESA, B., 1975. *Cultivo del Rosal*. Editorial Aedos, Barcelona, Espanha.
- KATSOULAS, N., KITTAS, C., DIMOKAS, G., LUKAS, CH., 2006. *Effect of Irrigation Frequency on Rose Flower Production and Quality*. Biosystems Engineering **93**: 237-244.
- KITTAS, C., DIMOKAS, G., LYKAS, CH., KATSOULAS, N., 2005. *Effect of two irrigation frequencies on rose flower production and quality*. Acta Horticulturae **691**: 333-339.
- LEMAIRE, F., DARTIGUES, A., RIVIÈRE, L., CHARPENTIER, S., MOREL, P., 2003. *Cultures en Pots et Conteneurs: principes agronomiques et applications*. Institut de la Recherche Agronomique, Paris, França. 210 pp.
- LETARD, M., ERARD, P., JEANNEQUIN, B., 1995. *Maître de L'Irrigation Fertilisante: Tomate sous serre et abris en sol et hors sol*. Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Légumes, Paris. 220 pp.
- LIETH, J. H., KIM, S., 2000. *Effects of shoot-bending in relation to root media on cut-flower production in roses*. Acta Horticulturae **547**: 303-310.
- LÓPEZ, C. C., 2005. *Fertirrigación: aspectos básicos*. In Fertirrigación: Cultivos Hortícolas, Frutales y Ornamentales, C. C. López (ed.), pp. 73-82. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.
- MAINDONALD, J., BRAUN, W. J., 2007. *Data Analysis and Graphics using R*. Cambridge University Press, Cambridge. 525 pp.
- MATTSON, N. S., LIETH, J. H., 2007. *Modeling macronutrient absorption of hydroponically-grown cut flower roses*. Acta Horticulturae **751**: 129-135.
- MIRANDA, C., ANTUNES, L., MATEUS, I., 2004. *Sistema de Cultivo Hidropónico*. In Manual de Culturas Hortícolas Sem Solo, C. Miranda (ed.), pp 21-24. Associação Interprofissional de Horticultura do Oeste, Portugal.

MONTEIRO, A. A., MIRANDA, C., 2004. *Introdução*. In Manual de Culturas Hortícolas Sem Solo, C. Miranda (ed.), pp. 9-15. Associação Interprofissional de Horticultura do Oeste, Portugal.

NOGUERA, P., ABAD, M., PUCHADES, R., NOGUERA, V., MAQUIEIRA, A., 1996. *Physical and chemical properties of coir waste and their relation to plant growth*. Acta Horticulturae **450**: 365-373.

NOGUERA, P., ABAD, M., NOGUERA, V., PUCHADES, R., MAQUIEIRA, A., 2000. *Coconut coir waste, a new and viable ecologically-friendly peat substitute*. Acta Horticulturae **517**: 279-286.

OKI, L. R., LIETH, J. H., 2004. *Effect of changes in substrate salinity on the elongation of Rosa hybrida L. 'Kardinal' stems*. Scientia Horticulturae **101**: 103-119.

PRASAD, A. M., 1997. *Physical, chemical and biological properties of coir dust*. Acta Horticulturae **450**: 21-29.

RAVIV, M., BLOM, T. J., 2001. *The effect of water availability and quality on photosynthesis and productivity of soilless-grown cut roses*. Scientia Horticulturae **88**: 257-276.

REIS, M., 2004. *Reutilização da Solução Nutritiva*. In Manual de Culturas Hortícolas Sem Solo, C. Miranda (ed.), pp 141-146. Associação Interprofissional de Horticultura do Oeste, Portugal.

RESH, H. M., 2001. *Cultivos Hidroponicos: Nuevas Tecnicas de Produccion*. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.

RIBEIRO, D., RIBEIRO, H., LOURO, V., 2001. *Produção em Viveiros Florestais*. Direcção-Geral de Desenvolvimento Rural, Lisboa, Portugal. 149 pp.

ROD, P. H., PAYOT, J. M., 1983. *Methods d'analyses de terre, substrats et vegetaux*. Document interne RAC Changins , Nyon, França.

SILBERBUSH, M., LIETH, J. H., 2004. *Nitrate and potassium uptake by greenhouse roses (Rosa hybrida) along successive flower-cut cycles: a model and its calibration*. Scientia Horticulturae **101**: 127-141.

VAN DER SAR, D. M., DE VISSER, P. H. B., 2005. *Nutrient uptake of cut roses on substrat*. Acta Horticulturae **691**: 357-364.

VERDONCK, O., GABRIELS, R., 1992. *Reference methods for the determination of chemical properties of plant substrats*. Acta Horticulturae **302**: 169-179.

## 7. Anexo

## Anexo I – Resultados das análises laboratoriais e estatísticas.

**Quadro 1** – Valores dos resultados referentes à análise laboratorial do pH da solução de drenagem.

	Colheita 1	Colheita 2	Colheita 3	Colheita 4	Colheita 5	Colheita 6	Colheita 7	Colheita 8	Colheita 9	Colheita 10
AV'12	6,84	6,89	6,74	6,71	6,88	6,82	6,78	6,81	6,41	6,59
	6,77	6,8	6,69	6,73	6,72	6,6	6,47	6,48	6,33	6,46
	6,70	6,78	6,75	6,74	7,04	6,95	6,98	7,02	6,63	6,79
AV'11	6,99	7,02	6,67	6,62	6,52	6,5	6,35	6,45	6,2	6,37
	6,91	7,13	6,66	6,58	6,39	6,45	6,39	6,43	6,24	6,4
	7,09	7,11	6,7	6,71	6,61	6,57	6,5	6,58	6,42	6,48
AV'10	7,05	7,08	6,5	6,54	6,97	6,84	6,88	6,87	6,64	6,56
	6,64	6,68	6,25	6,31	6,57	6,45	6,38	6,37	6,41	6,35
	6,95	6,88	6,37	6,47	6,78	6,86	6,63	6,77	6,61	6,53
AV'09	6,92	6,92	6,37	6,49	6,58	6,59	6,63	6,66	6,35	6,5
	6,86	6,88	6,28	6,34	6,53	6,58	6,55	6,56	6,33	6,45
	6,76	6,8	6,35	6,37	6,64	6,66	6,52	6,47	6,31	6,44
AV'08	7,29	7,4	7,17	7,07	7,41	7,37	7,19	7,27	6,92	7,13
	7,46	7,44	7,31	7,24	7,43	7,48	7,3	7,46	6,99	7,19
	7,24	7,28	7,11	7,14	7,36	7,38	7,23	7,24	6,87	7,08
DW'12	7,18	7,24	6,85	7,04	6,94	6,86	6,92	6,9	6,84	6,82
	7,18	7,3	6,87	6,83	6,85	6,84	6,94	6,96	6,85	6,86
	7,40	7,32	7,22	7,08	6,87	6,91	7,07	7,11	6,93	6,96
DW'11	6,61	6,68	6,48	6,59	6,52	6,61	6,53	6,55	6,42	6,41
	6,68	6,77	6,46	6,56	6,52	6,53	6,47	6,52	6,33	6,31
	6,79	6,98	6,46	6,66	6,59	6,57	6,5	6,48	6,38	6,31

**Quadro 2** – Valores dos resultados referentes à análise laboratorial da condutividade eléctrica (mS/cm) da solução de drenagem.

	Colheita 1	Colheita 2	Colheita 3	Colheita 4	Colheita 5	Colheita 6	Colheita 7	Colheita 8	Colheita 9	Colheita 10
AV'12	1,46	1,47	1,538	1,62	1,961	2,06	2,7	2,5	2,95	2,66
	1,48	1,49	1,513	1,583	2,04	2,14	2,74	2,54	2,87	2,6
	1,44	1,42	1,391	1,483	1,91	2,04	2,83	2,71	3,09	2,8
AV'11	2,46	2,36	2,67	2,83	3,35	3,39	3,72	3,89	4,61	4,79
	2,43	2,5	2,81	2,94	3,39	3,46	3,89	3,97	4,5	4,74
	2,62	2,69	2,68	2,92	3,59	3,68	4,09	3,78	4,48	4,59
AV'10	3,51	3,47	3,88	3,92	3,87	4,03	4,75	5,31	4,35	4,76
	3,56	3,54	3,77	4,3	4,18	4,27	5,13	5,3	4,94	5,75
	3,58	3,35	3,55	3,6	4,25	4,33	5,16	4,96	4,91	5,57
AV'09	2,88	2,89	3,47	3,49	3,61	3,76	4,45	4,91	4,84	4,78
	2,81	2,74	3,54	3,76	3,58	3,74	4,3	4,85	5,09	5,25
	2,60	2,66	3,18	3,33	3,43	3,61	4,18	4,52	4,47	4,92
AV'08	2,29	2,24	3,26	3,41	3,09	3,26	4,63	4,95	4,81	4,49
	2,36	2,36	4,02	4,17	3,37	3,55	5,38	5,21	5,78	5,4
	2,14	2,1	2,84	2,88	2,85	3,03	4,25	4,1	4,87	4,48
DW'12	1,18	1,12	1,52	1,626	2,28	2,33	3,06	2,82	2,77	3,15
	1,14	1,15	1,477	1,627	2,45	2,45	2,78	2,86	2,9	3,32
	1,12	1,09	1,454	1,541	2,28	2,34	2,75	2,88	2,88	3,29
DW'11	3,16	3,19	3,21	3,22	3,31	3,12	3,57	3,37	3,72	4,22
	3,54	3,63	3,05	3,16	3,43	3,26	3,88	3,57	3,85	4,44
	3,65	3,65	3,91	3,22	3,65	3,33	4	3,89	3,96	4,67



**Quadro 3 – Valores dos resultados referentes à análise laboratorial do  $\text{N-NH}_4^+$  (mg/L) na solução de drenagem.**

	Colheita 1	Colheita 2	Colheita 3	Colheita 4	Colheita 5	Colheita 6	Colheita 7	Colheita 8	Colheita 9	Colheita 10
AV'12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
AV'11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
AV'10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
AV'09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
AV'08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DW'12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DW'11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

**Quadro 4 – Valores dos resultados referentes à análise laboratorial do  $\text{N-NO}_3^-$  (mg/L) na solução de drenagem.**

	Colheita 1	Colheita 2	Colheita 3	Colheita 4	Colheita 5	Colheita 6	Colheita 7	Colheita 8	Colheita 9	Colheita 10
AV'12	98,82	103,63	89,65	98,67	104,74	193,06	130,19	207,10	178,26	261,51
	98,82	103,63	89,65	108,60	130,31	220,09	160,77	225,33	202,55	261,51
	98,82	103,63	311,90	94,05	100,26	193,06	141,66	198,54	202,55	261,51
AV'11	122,07	103,63	212,52	245,40	273,82	388,35	315,81	373,88	367,65	474,67
	119,16	129,88	233,91	311,90	326,09	405,69	302,76	373,88	352,32	474,67
	127,88	145,41	257,46	283,37	312,16	442,73	302,76	358,43	367,65	435,92
AV'10	194,73	205,91	528,57	436,31	312,16	442,73	315,81	481,60	367,65	454,88
	177,29	233,85	396,41	436,31	355,86	504,71	358,43	442,63	435,92	539,35
	201,99	214,83	360,15	396,41	355,86	483,14	343,62	424,34	435,92	539,35
AV'09	154,04	159,65	343,29	396,41	298,81	405,69	329,42	424,34	367,65	516,86
	303,72	153,02	327,22	415,88	312,16	423,80	329,42	461,70	417,74	495,32
	154,04	153,02	311,90	360,15	298,81	405,69	302,76	406,80	367,65	474,67
AV'08	123,90	113,71	222,96	283,37	169,35	298,81	245,17	329,42	310,07	417,74
	119,16	118,64	297,29	360,15	184,81	312,16	302,76	373,88	400,33	516,86
	124,98	113,71	257,46	283,37	169,35	273,82	245,17	315,81	352,32	454,88
DW'12	31,97	25,26	45,81	58,22	148,55	201,68	160,77	182,47	230,15	272,88
	24,70	23,88	32,75	39,67	155,18	201,68	141,66	174,93	240,16	297,14
	24,70	22,57	28,36	25,77	136,12	176,91	124,81	154,13	230,15	272,88
DW'11	180,20	255,72	297,29	343,29	273,82	355,86	207,10	255,74	352,32	417,74
	206,35	270,57	297,29	343,29	286,04	326,09	278,26	290,25	383,64	435,92
	180,20	270,57	360,15	311,90	326,09	355,86	278,26	329,42	400,33	474,67

**Quadro 5 – Valores dos resultados referentes à análise laboratorial do P (mg/L) na solução de drenagem.**

	Colheita 1	Colheita 2	Colheita 3	Colheita 4	Colheita 5	Colheita 6	Colheita 7	Colheita 8	Colheita 9	Colheita 10
AV'12	76,00	79,60	66,00	70,80	51,80	42,20	60,40	62,40	78,40	80,40
	74,00	78,00	70,40	71,20	57,20	47,40	68,00	69,60	80,40	82,60
	76,80	75,20	62,00	65,60	46,40	41,60	62,80	65,20	80,20	81,60
AV'11	113,60	106,40	120,80	129,60	92,80	69,60	105,00	108,20	134,20	134,40
	110,80	117,20	126,40	128,40	94,60	65,80	110,60	110,40	128,20	134,00
	126,80	126,40	124,80	136,40	96,40	74,00	100,60	102,00	123,20	125,80
AV'10	132,40	138,00	163,60	138,80	82,60	61,40	91,60	103,00	102,60	112,60
	167,60	159,20	168,00	181,60	99,00	75,80	115,80	124,80	137,40	142,20
	135,60	129,60	139,20	147,20	82,00	61,40	91,20	92,40	108,80	113,00
AV'09	117,20	109,60	139,20	142,00	93,00	70,40	104,20	113,60	117,40	129,00
	124,20	124,40	153,60	158,40	97,40	74,40	85,00	114,40	127,40	130,60
	116,80	121,20	144,00	144,80	84,60	68,60	102,60	108,00	119,00	125,00
AV'08	83,40	73,60	88,80	80,40	55,20	45,20	55,40	52,60	65,00	65,00
	84,00	76,00	76,80	85,20	52,80	44,00	47,80	34,20	68,00	59,40
	76,80	77,60	82,80	80,40	56,20	44,00	57,60	57,40	71,60	74,40
DW'12	64,00	61,20	75,60	76,80	62,00	55,00	76,20	75,40	87,20	84,80
	56,80	58,00	74,40	78,00	71,00	62,20	80,60	78,60	86,00	88,80
	55,20	52,80	62,00	70,40	62,00	57,40	77,20	76,60	83,00	82,80
DW'11	174,40	164,40	178,00	178,40	108,40	81,00	112,00	115,60	131,60	131,00
	198,80	186,00	172,00	169,20	112,80	85,80	117,20	122,40	136,20	141,60
	213,60	205,20	221,20	186,00	123,60	100,40	136,40	145,60	145,20	157,20

**Quadro 6 – Valores dos resultados referentes à análise laboratorial do K (mg/L) na solução de drenagem.**

	Colheita 1	Colheita 2	Colheita 3	Colheita 4	Colheita 5	Colheita 6	Colheita 7	Colheita 8	Colheita 9	Colheita 10
AV'12	134,80	135,00	143,50	136,10	175,90	159,20	194,10	207,10	255,30	258,90
	131,80	134,80	133,00	151,00	182,90	180,30	229,10	197,20	243,20	250,70
	129,10	123,60	121,60	124,30	168,30	168,20	225,60	188,80	259,60	290,40
AV'11	268,80	254,10	267,30	282,10	331,00	360,20	329,00	351,20	392,20	458,10
	287,10	315,80	300,10	299,30	342,00	356,70	399,90	359,60	413,30	450,20
	296,30	329,40	268,00	317,20	378,20	393,30	328,60	350,30	418,90	457,50
AV'10	386,10	377,70	346,60	367,10	394,30	413,80	413,10	465,50	378,10	476,50
	401,90	369,20	327,00	387,30	395,60	430,20	413,60	416,10	449,40	539,00
	397,10	390,70	298,60	352,30	418,90	439,40	455,40	388,00	471,10	491,00
AV'09	298,50	298,40	316,80	310,10	373,90	373,40	428,20	395,70	460,50	525,90
	296,60	286,10	313,90	315,60	365,50	363,80	360,80	425,90	464,80	508,70
	265,60	261,40	268,60	277,10	323,00	356,10	373,90	360,30	426,20	450,50
AV'08	202,30	212,80	244,90	243,20	326,40	304,10	369,70	421,60	423,20	468,10
	221,40	227,30	311,10	302,30	364,90	339,40	401,80	439,40	512,20	582,30
	203,70	200,00	218,00	223,40	304,70	296,90	316,10	350,60	432,50	487,50
DW'12	138,90	136,40	179,90	165,20	229,10	249,80	302,10	253,90	321,80	323,80
	120,80	114,80	159,40	174,20	241,70	276,60	274,70	298,00	342,70	355,20
	113,20	115,20	158,70	159,80	232,70	257,40	313,90	265,80	334,70	358,00
DW'11	128,80	429,40	408,00	398,00	389,30	373,30	369,60	320,00	425,80	435,60
	437,50	484,70	353,50	357,00	401,00	385,00	389,90	379,00	427,50	432,50
	476,60	489,40	449,30	356,80	407,10	372,70	359,80	446,50	468,20	476,70

**Quadro 7 – Valores dos resultados referentes à análise laboratorial do Na (mg/L) na solução de drenagem.**

	Colheita 1	Colheita 2	Colheita 3	Colheita 4	Colheita 5	Colheita 6	Colheita 7	Colheita 8	Colheita 9	Colheita 10
AV'12	39,20	41,30	62,30	61,40	84,10	88,40	70,80	75,90	77,90	80,60
	38,20	40,00	58,00	78,00	80,90	85,80	83,10	61,50	70,70	68,80
	36,50	36,10	51,90	56,40	94,20	94,50	98,60	81,60	95,20	105,60
AV'11	116,70	108,00	115,80	123,10	147,30	140,30	111,80	123,40	143,20	158,70
	120,60	129,20	129,40	126,60	142,40	137,20	135,60	121,70	161,60	146,70
	127,80	140,00	116,60	139,50	177,90	166,40	111,80	123,90	160,20	152,40
AV'10	160,30	157,50	158,40	178,00	198,40	190,40	160,60	180,50	141,90	154,70
	166,50	155,90	150,70	194,00	205,20	207,00	171,60	178,70	200,40	207,50
	164,40	165,70	141,80	180,10	214,50	213,20	191,50	166,60	206,50	187,70
AV'09	132,30	136,40	150,70	149,40	171,70	168,20	166,80	151,40	167,00	176,00
	130,90	127,10	147,60	148,10	164,00	158,80	133,50	121,40	169,10	165,90
	114,10	113,50	128,30	135,20	150,40	162,50	144,70	142,20	152,20	154,30
AV'08	81,20	90,00	153,50	158,90	164,70	156,30	159,50	176,00	169,20	168,40
	92,40	97,50	207,50	208,00	195,80	183,00	182,50	196,60	213,60	212,90
	81,30	84,50	135,50	133,50	153,50	148,00	127,40	141,80	167,10	173,10
DW'12	65,90	62,00	102,70	98,00	137,80	129,00	130,30	116,40	109,20	115,00
	60,90	57,10	97,20	105,40	154,00	144,30	123,00	126,80	113,00	125,30
	54,50	56,50	101,30	100,60	150,40	143,50	156,40	133,40	119,60	131,30
DW'11	40,70	131,90	145,40	138,80	182,10	160,10	135,40	116,30	141,90	143,60
	152,50	164,80	127,90	126,60	180,70	165,20	139,60	133,60	137,90	143,90
	167,20	164,30	185,20	130,30	191,20	169,10	132,80	143,20	149,10	154,70

**Quadro 8 – Valores dos resultados referentes à análise laboratorial do Ca (mg/L) na solução de drenagem.**

	Colheita 1	Colheita 2	Colheita 3	Colheita 4	Colheita 5	Colheita 6	Colheita 7	Colheita 8	Colheita 9	Colheita 10
AV'12	102,40	97,25	110,15	112,60	144,90	163,70	124,20	118,50	233,80	214,60
	102,80	107,80	106,75	114,35	140,70	184,50	141,30	120,50	206,70	223,10
	97,50	97,15	99,25	103,20	140,20	157,50	135,40	125,40	232,50	234,20
AV'11	110,35	105,30	180,30	164,45	211,90	215,70	153,00	237,70	311,00	307,00
	113,50	105,45	169,50	168,70	209,90	240,80	172,50	222,50	276,50	285,90
	112,15	118,75	147,70	153,95	217,50	232,30	156,20	207,70	262,00	279,20
AV'10	168,20	166,30	274,20	249,90	224,30	240,40	173,80	310,00	254,20	319,80
	177,25	180,65	277,40	298,60	278,70	291,80	195,90	326,60	323,20	376,80
	167,75	161,90	237,05	241,80	237,20	273,00	184,10	297,00	330,10	325,80
AV'09	131,75	133,20	219,45	239,85	219,90	256,20	169,80	279,00	332,30	320,90
	138,05	134,75	246,10	259,35	245,40	250,50	177,80	278,20	344,50	325,30
	129,35	108,45	219,10	229,60	237,30	251,10	184,20	281,70	305,60	325,00
AV'08	119,35	120,00	229,80	249,75	167,20	200,60	165,70	162,10	292,30	314,70
	125,05	122,10	276,55	300,20	183,00	205,80	200,30	217,70	386,60	354,00
	114,75	111,90	205,65	211,05	166,70	181,60	142,20	250,70	327,40	320,20
DW'12	63,20	63,00	79,90	91,15	134,70	155,30	115,50	139,50	184,00	188,70
	59,65	59,05	77,30	83,90	140,70	151,10	121,10	135,00	171,00	190,70
	64,10	65,15	82,70	94,05	132,80	145,40	89,10	131,50	167,40	186,20
DW'11	131,55	132,70	168,20	163,20	166,70	163,30	113,70	152,60	230,80	225,80
	151,60	152,35	163,70	171,80	180,80	166,20	106,50	164,80	244,50	235,90
	143,15	140,60	209,80	168,75	199,20	179,00	110,60	178,00	229,30	271,70

**Quadro 9** – Valores dos resultados referentes à análise laboratorial do Mg (mg/L) na solução de drenagem.

	Colheita 1	Colheita 2	Colheita 3	Colheita 4	Colheita 5	Colheita 6	Colheita 7	Colheita 8	Colheita 9	Colheita 10
AV'12	36,20	35,00	47,50	49,75	87,60	85,80	65,50	62,10	95,30	95,60
	35,55	34,55	45,70	48,10	84,00	90,90	72,10	63,70	94,10	94,70
	33,30	32,60	42,40	43,50	83,70	87,00	73,10	71,30	103,60	105,80
AV'11	63,50	56,75	105,90	125,60	168,50	179,90	122,90	164,90	192,20	188,30
	62,10	57,85	113,80	130,80	164,30	176,80	134,00	154,20	170,90	177,50
	64,70	64,05	108,80	120,60	188,00	194,10	119,10	149,90	175,20	181,00
AV'10	98,80	92,60	201,30	167,80	187,70	204,10	140,60	226,60	169,10	187,90
	98,80	93,15	194,60	185,20	209,10	216,30	130,60	224,10	212,80	226,80
	95,60	85,20	177,20	186,40	203,10	212,40	146,80	215,40	207,90	212,00
AV'09	75,70	71,20	192,80	172,40	167,70	191,20	121,90	198,50	198,90	205,90
	75,70	69,10	167,50	195,90	166,60	186,60	131,60	193,70	198,60	200,90
	68,80	51,90	149,40	167,10	167,80	180,30	131,10	181,90	179,00	188,00
AV'08	64,60	60,65	190,40	192,10	153,50	160,50	139,60	139,20	193,00	203,00
	67,50	62,85	206,00	206,40	173,50	188,70	184,60	205,00	255,20	250,00
	57,95	52,50	139,00	145,80	137,30	155,50	115,80	177,90	199,10	200,00
DW'12	17,40	17,10	27,35	30,95	74,90	77,10	61,60	68,00	89,60	92,10
	15,65	15,40	25,00	25,95	67,30	71,10	57,80	63,10	92,90	92,60
	16,60	16,05	25,75	26,70	63,00	65,80	48,70	60,00	92,10	84,70
DW'11	73,40	69,40	121,10	126,30	140,10	132,20	97,60	111,80	162,20	157,40
	89,35	89,25	136,90	132,40	155,30	144,60	89,40	126,40	172,20	173,70
	94,80	90,65	171,60	153,10	177,20	161,70	103,70	150,10	179,60	190,70

**Quadro 10** – Valores dos resultados referentes à análise laboratorial do Fe (mg/L) na solução de drenagem.

	Colheita 1	Colheita 2	Colheita 3	Colheita 4	Colheita 5	Colheita 6	Colheita 7	Colheita 8	Colheita 9	Colheita 10
AV'12	0,19	0,13	0,19	0,18	0,22	0,29	0,11	0,15	0,25	0,25
	0,15	0,12	0,12	0,09	0,17	0,20	0,13	0,19	0,26	0,19
	0,20	0,17	0,13	0,13	0,15	0,17	0,03	0,07	0,18	0,17
AV'11	0,09	0,09	0,13	0,07	0,19	0,21	0,19	0,14	0,16	0,12
	0,07	0,03	0,10	0,09	0,21	0,22	0,11	0,09	0,15	0,11
	0,06	0,02	0,05	0,01	0,12	0,09	0,13	0,09	0,07	0,06
AV'10	0,16	0,17	0,34	0,29	0,26	0,30	0,32	0,30	0,43	0,39
	0,25	0,19	0,63	0,37	0,31	0,31	0,47	0,29	0,38	0,37
	0,20	0,17	0,59	0,37	0,29	0,30	0,35	0,29	0,28	0,36
AV'09	0,27	0,26	0,46	0,46	0,56	0,50	0,45	0,46	0,36	0,37
	0,28	0,28	0,49	0,47	0,56	0,53	0,43	0,44	0,42	0,41
	0,30	0,25	0,38	0,40	0,50	0,49	0,33	0,31	0,40	0,37
AV'08	0,22	0,14	0,21	0,24	0,31	0,29	0,10	0,11	0,28	0,28
	0,22	0,17	0,17	0,20	0,25	0,29	0,13	0,12	0,29	0,23
	0,24	0,21	0,30	0,30	0,33	0,33	0,30	0,27	0,32	0,34
DW'12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,04	0,00	0,00	0,01	0,00
	0,00	0,00	0,01	0,00	0,05	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
DW'11	0,01	0,00	0,00	0,00	0,10	0,07	0,04	0,04	0,05	0,01
	0,02	0,00	0,08	0,01	0,13	0,14	0,06	0,09	0,09	0,06
	0,01	0,00	0,00	0,00	0,09	0,07	0,01	0,00	0,01	0,02

**Quadro 11** – Valores dos resultados referentes à análise laboratorial do Cu (mg/L) na solução de drenagem.

	Colheita 1	Colheita 2	Colheita 3	Colheita 4	Colheita 5	Colheita 6	Colheita 7	Colheita 8	Colheita 9	Colheita 10
AV'12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
AV'11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
AV'10	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,04	0,06
	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03
AV'09	0,04	0,02	0,00	0,00	0,05	0,04	0,02	0,02	0,07	0,06
	0,06	0,02	0,00	0,00	0,05	0,04	0,04	0,05	0,07	0,07
	0,04	0,00	0,00	0,00	0,04	0,02	0,00	0,00	0,07	0,06
AV'08	0,10	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,03	0,02	0,09	0,10
	0,08	0,02	0,01	0,00	0,03	0,06	0,05	0,01	0,13	0,14
	0,04	0,02	0,00	0,00	0,03	0,03	0,01	0,02	0,10	0,09
DW'12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,04	0,00	0,00	0,01	0,02
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03	0,00	0,00	0,01	0,03
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,00	0,00	0,00	0,01
DW'11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

**Quadro 12** – Valores dos resultados referentes à análise laboratorial do Zn (mg/L) na solução de drenagem.

	Colheita 1	Colheita 2	Colheita 3	Colheita 4	Colheita 5	Colheita 6	Colheita 7	Colheita 8	Colheita 9	Colheita 10
AV'12	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,00	0,01	0,02	0,01
	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01
	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,03	0,01	0,00	0,02	0,01
AV'11	0,01	0,01	0,02	0,02	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03
	0,01	0,00	0,02	0,02	0,04	0,04	0,02	0,02	0,03	0,02
	0,00	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,01	0,01	0,02	0,03
AV'10	0,01	0,01	0,02	0,03	0,03	0,03	0,02	0,01	0,03	0,02
	0,01	0,01	0,05	0,03	0,02	0,03	0,04	0,02	0,02	0,03
	0,02	0,04	0,05	0,02	0,03	0,03	0,03	0,01	0,02	0,02
AV'09	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,02	0,02	0,03	0,02
	0,02	0,04	0,04	0,04	0,03	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02
	0,03	0,01	0,02	0,03	0,04	0,04	0,01	0,01	0,02	0,02
AV'08	0,01	0,02	0,03	0,02	0,03	0,03	0,00	0,01	0,02	0,01
	0,02	0,02	0,04	0,03	0,04	0,04	0,02	0,01	0,01	0,02
	0,03	0,04	0,06	0,05	0,04	0,04	0,02	0,02	0,02	0,03
DW'12	0,01	0,03	0,03	0,04	0,22	0,17	0,02	0,02	0,01	0,01
	0,00	0,01	0,03	0,03	0,23	0,20	0,02	0,01	0,02	0,02
	0,00	0,04	0,01	0,02	0,25	0,22	0,02	0,02	0,02	0,01
DW'11	0,01	0,01	0,01	0,02	0,17	0,09	0,01	0,01	0,02	0,02
	0,01	0,01	0,02	0,03	0,13	0,06	0,01	0,02	0,03	0,02
	0,02	0,01	0,02	0,02	0,21	0,14	0,02	0,01	0,03	0,02

**Quadro 13** – Valores dos resultados referentes à análise laboratorial do Mn (mg/L) na solução de drenagem.

	Colheita 1	Colheita 2	Colheita 3	Colheita 4	Colheita 5	Colheita 6	Colheita 7	Colheita 8	Colheita 9	Colheita 10
AV'12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
AV'11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
AV'10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
AV'09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01
AV'08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DW'12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DW'11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

**Quadro 14** – Valores dos resultados referentes à análise laboratorial da fibra de coco.

	pH	Condutividade (mS/cm)	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/L)	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	P (mg/L)	K (mg/L)	Na (mg/L)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Fe (mg/L)	Cu (mg/L)	Zn (mg/L)	Mn (mg/L)
AV'12	5,43	0,35	0,24	17,43	15,80	33,55	9,05	123,50	29,65	0,09	0,00	0,22	0,29
	5,12	0,33	0,16	16,88	19,20	27,78	7,38	117,80	26,78	0,13	0,00	0,24	0,44
	5,20	0,35	0,18	15,73	28,00	33,38	9,10	142,33	32,70	0,09	0,00	0,26	0,27
AV'11	5,35	0,23	0,20	18,72	22,00	34,23	9,50	99,45	29,55	0,11	0,00	0,12	0,35
	5,37	0,23	0,16	18,71	21,80	46,05	17,05	98,63	28,75	0,11	0,00	0,12	0,39
	5,26	0,24	0,10	19,77	22,00	37,38	10,30	91,68	27,00	0,12	0,00	0,09	0,49
AV'10	5,70	0,68	0,21	28,80	45,80	51,35	17,75	142,70	43,75	0,25	0,00	0,25	1,06
	5,58	0,75	0,21	31,24	49,80	54,05	18,55	145,93	45,65	0,19	0,02	0,21	0,93
	5,96	0,77	0,15	33,89	62,80	56,00	18,38	163,38	51,90	0,26	0,00	0,25	1,21
AV'09	5,09	0,75	0,28	26,45	54,60	46,83	15,78	158,20	47,90	0,27	0,00	0,40	1,30
	5,05	0,70	0,31	30,82	67,60	54,13	18,50	181,00	58,65	0,29	0,00	0,42	2,02
	5,07	0,70	0,23	28,05	64,00	57,40	19,55	173,25	54,65	0,31	0,00	0,45	1,54
AV'08	4,41	0,45	1,80	27,18	49,20	55,13	14,75	131,93	45,83	0,32	0,05	0,33	0,86
	4,40	0,41	1,67	30,26	49,60	50,10	13,03	119,95	41,85	0,30	0,00	0,33	0,89
	4,57	0,47	1,76	30,97	44,20	49,00	13,78	112,58	37,95	0,25	0,00	0,30	0,75
DW'12	6,27	0,42	0,20	11,12	14,40	33,58	7,38	125,08	24,70	0,16	0,00	0,07	0,18
	6,37	0,39	0,16	12,41	13,00	29,20	5,40	120,48	28,45	0,14	0,00	0,05	0,18
	6,72	0,38	0,11	11,01	14,40	31,23	5,85	126,68	31,05	0,21	0,00	0,05	0,17
DW'11	5,28	0,35	0,22	54,62	86,00	129,08	46,05	151,90	74,55	0,20	0,00	2,02	0,37
	5,21	0,41	0,18	51,29	79,80	122,20	42,95	126,68	66,85	0,26	0,00	1,21	0,26
	5,40	0,33	0,07	54,66	82,80	134,05	48,25	139,00	70,85	0,22	0,00	2,11	0,41

**Quadro 15** – Tabela dos valores da análise de variância do pH na solução nutritiva, ao longo dos sectores.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
<b>Sector</b>	2	0.0393	0.01963	0.166	0.85
<b>Residuals</b>	9	10.672	0.11858	-	-

**Signif. codes:** 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

**Quadro 16** – Tabela dos valores da análise de variância da condutividade eléctrica na solução nutritiva, ao longo dos sectores.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
<b>Sector</b>	2	0.00608	0.003039	0.125	0.884
<b>Residuals</b>	9	0.21858	0.024286	-	-

**Signif. codes:** 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

**Quadro 17** – Tabela dos valores da análise de variância do azoto amoniacal na solução nutritiva, ao longo dos sectores.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
<b>Sector</b>	2	17.23	8.616	0.45	0.651
<b>Residuals</b>	9	172.19	19.132	-	-

**Signif. codes:** 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

**Quadro 18** – Tabela dos valores da análise de variância do azoto nítrico na solução nutritiva, ao longo dos sectores.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
<b>Sector</b>	2	744	371.9	0.323	0.732
<b>Residuals</b>	9	10350	1150.0	-	-

**Signif. codes:** 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

**Quadro 19** – Tabela dos valores da análise de variância do P na solução nutritiva, ao longo dos sectores.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
<b>Sector</b>	2	7.9	3.94	0.033	0.968
<b>Residuals</b>	9	1075.6	119.51	-	-

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

**Quadro 20** – Tabela dos Valores da análise de variância do K na solução nutritiva, ao longo dos sectores.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
<b>Sector</b>	2	114	56.9	0.033	0.967
<b>Residuals</b>	9	15393	1710.4	-	-

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

**Quadro 21** – Tabela dos valores da análise de variância do Na na solução nutritiva, ao longo dos sectores.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
<b>Sector</b>	2	16.85	8.42	0.258	0.778
<b>Residuals</b>	9	294.40	32.71	-	-

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

**Quadro 22** – Tabela dos valores da análise de variância do Ca na solução nutritiva, ao longo dos sectores.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
<b>Sector</b>	2	47.9	23.97	0.094	0.912
<b>Residuals</b>	9	2305.5	256.16	-	-

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1



**Quadro 23** – Tabela dos valores da análise de variância do Mg na solução nutritiva, ao longo dos sectores.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
<b>Sector</b>	2	9.4	4.69	0.071	0.932
<b>Residuals</b>	9	594.1	66.01	-	-

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

**Quadro 24** – Tabela dos valores da análise de variância do Fe na solução nutritiva, ao longo dos sectores.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
<b>Sector</b>	2	0.0023	0.00116	0.009	0.991
<b>Residuals</b>	9	1,2223	0.13581	-	-

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

**Quadro 25** – Tabela dos valores da análise de variância do Zn na solução nutritiva, ao longo dos sectores.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
<b>Sector</b>	2	0.000088	0.0000438	0.044	0.957
<b>Residuals</b>	9	0.008870	0.0009856	-	-

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

**Quadro 26** – Tabela dos valores da análise de variância do Mn na solução nutritiva, ao longo dos sectores.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
<b>Sector</b>	2	0.00158	0.000788	0.031	0.969
<b>Residuals</b>	9	0.22677	0.025197	-	-

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

**Quadro 27** – Tabela dos valores da análise de variância do pH na solução nutritiva, ao longo das colheitas.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
<b>Colheitas</b>	3	0.7375	0.24583	5.33	0.026 *
<b>Residuals</b>	8	0.3690	0.04613	-	-

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

**Quadro 28** – Tabela dos valores da análise de variância da condutividade eléctrica na solução nutritiva, ao longo das colheitas.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
<b>Colheitas</b>	3	0.19997	0.06666	21.6	0.000343 ***
<b>Residuals</b>	8	0.02469	0.00309	-	-

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

**Quadro 29** – Tabela dos valores da análise de variância do azoto amoniacal na solução nutritiva, ao longo das colheitas.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
<b>Colheitas</b>	3	127.45	42.48	5.484	0.0242 *
<b>Residuals</b>	8	61.97	7.75	-	-

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

**Quadro 30** – Tabela dos valores da análise de variância do azoto nítrico na solução nutritiva, ao longo das colheitas.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
<b>Colheitas</b>	3	9039	3012.9	11.73	0.00267 **
<b>Residuals</b>	8	2055	256.9	-	-

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

**Quadro 31** – Tabela dos valores da análise de variância do P na solução nutritiva, ao longo das colheitas.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
<b>Colheitas</b>	3	1050.1	350.0	83.94	2.18e-06 ***
<b>Residuals</b>	8	33.4	4.2	-	-

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

**Quadro 32** – Tabela dos valores da análise de variância do K na solução nutritiva, ao longo das colheitas.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
<b>Colheitas</b>	3	13922	4641	23.43	0.000257 ***
<b>Residuals</b>	8	1585	198	-	-

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

**Quadro 33** – Tabela dos valores da análise de variância do Na na solução nutritiva, ao longo das colheitas.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
<b>Colheitas</b>	3	273.29	91.10	19.2	0.000517 ***
<b>Residuals</b>	8	37.96	4.74	-	-

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

**Quadro 34** – Tabela dos valores da análise de variância do Ca na solução nutritiva, ao longo das colheitas.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
<b>Colheitas</b>	3	1993.3	664.4	14.76	0.00126 **
<b>Residuals</b>	8	360.2	45.0	-	-

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

**Quadro 35** – Tabela dos valores da análise de variância do Mg na solução nutritiva, ao longo das colheitas.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
<b>Colheitas</b>	3	581.0	193.65	68.93	4.66e-06 ***
<b>Residuals</b>	8	22.5	2.81	-	-

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

**Quadro 36** – Tabela dos valores da análise de variância do Fe na solução nutritiva, ao longo das colheitas.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
<b>Colheitas</b>	3	1,2191	0.4064	593.2	9.85e-10 ***
<b>Residuals</b>	8	0.0055	0.0007	-	-

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

**Quadro 37** – Tabela dos valores da análise de variância do Zn na solução nutritiva, ao longo das colheitas.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
<b>Colheitas</b>	3	0.008733	0.0029111	103.7	9.64e-07 ***
<b>Residuals</b>	8	0.000225	0.0000281	-	-

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

**Quadro 38** – Tabela dos valores da análise de variância do Mn na solução nutritiva, ao longo das colheitas.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
<b>Colheitas</b>	3	0.22589	0.07530	244.8	3.3e-08 ***
<b>Residuals</b>	8	0.00246	0.00031	-	-

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

**Quadro 39** – Tabela dos valores da análise de variância do pH na fibra de coco.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
<b>Modalidade</b>	6	6.766	11.276	55.73	5.67e-09 ***
<b>Residuals</b>	14	0.283	0.0202	-	-

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

**Quadro 40** – Tabela dos valores da análise de variância da condutividade eléctrica na fibra de coco.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
<b>Modalidade</b>	6	0.6530	0.10883	112.5	4.97e-11 ***
<b>Residuals</b>	14	0.0135	0.00097	-	-

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

**Quadro 41** – Tabela dos valores da análise de variância do azoto amoniacal na fibra de coco.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
<b>Modalidade</b>	6	6.258	10.430	372.5	1.29e-14 ***
<b>Residuals</b>	14	0.039	0.0028	-	-

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

**Quadro 42** – Tabela dos valores da análise de variância do azoto nítrico na fibra de coco.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
<b>Modalidade</b>	6	3418	569.7	190.8	1.32e-12 ***
<b>Residuals</b>	14	42	3.0	-	-

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

**Quadro 43** – Tabela dos valores da análise de variância do P na fibra de coco.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
<b>Modalidade</b>	6	11529	1921.6	73.49	8.91e-10 ***
<b>Residuals</b>	14	366	26.1	-	-

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

**Quadro 44** – Tabela dos valores da análise de variância do K na fibra de coco.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
<b>Modalidade</b>	6	20308	3385	176.9	2.23e-12 ***
<b>Residuals</b>	14	268	19	-	-

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

**Quadro 45** – Tabela dos valores da análise de variância do Na na fibra de coco.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
<b>Modalidade</b>	6	3143.0	523.8	118.1	3.56e-11 ***
<b>Residuals</b>	14	62.1	4.4	-	-

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

**Quadro 46** – Tabela dos valores da análise de variância do Ca na fibra de coco.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
<b>Modalidade</b>	6	10036	1672.6	16.59	1.24e-05 ***
<b>Residuals</b>	14	1412	100.8	-	-

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

**Quadro 47** – Tabela dos valores da análise de variância do Ca na fibra de coco.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
<b>Modalidade</b>	6	4545	757.5	53.72	7.24e-09 ***
<b>Residuals</b>	14	197	14.1	-	-

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

**Quadro 48** – Tabela dos valores da análise de variância do Fe na fibra de coco.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
<b>Modalidade</b>	6	0.10694	0.017823	20.37	3.61e-06 ***
<b>Residuals</b>	14	0.01225	0.000875	-	-

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

**Quadro 49** – Tabela dos valores da análise de variância do Zn na fibra de coco.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
<b>Modalidade</b>	6	6.413	10.689	30.24	3.06e-07 ***
<b>Residuals</b>	14	0.495	0.0353	-	-

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

**Quadro 50** – Tabela dos valores da análise de variância do Mn na fibra de coco.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
<b>Modalidade</b>	6	4.823	0.8038	31.15	2.53e-07 ***
<b>Residuals</b>	14	0.361	0.0258	-	-

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

**Quadro 51** – Tabela dos valores da análise de variância do pH na solução de drenagem.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
<b>Modalidade</b>	6	12.736	21.226	156.618	< 2e-16 ***
<b>Colheita</b>	9	3.970	0.4411	32.544	< 2e-16 ***
<b>Modalidade:Colheita</b>	54	1.777	0.0329	2.428	1.68e-05 ***
<b>Residuals</b>	140	1.897	0.0136	-	-

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

**Quadro 52** – Tabela dos valores da análise de variância da condutividade eléctrica na solução de drenagem.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
<b>Modalidade</b>	6	129.74	21.623	370.719	< 2e-16 ***
<b>Colheita</b>	9	93.41	10.379	177.93	< 2e-16 ***
<b>Modalidade:Colheita</b>	54	16.50	0.305	5.237	1.8e-15 ***
<b>Residuals</b>	140	8.17	0.058	-	-

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

**Quadro 53** – Tabela dos valores da análise de variância do azoto amoniacal na solução de drenagem.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
<b>Modalidade</b>	6	1551265	258544	266.536	< 2e-16 ***
<b>Colheita</b>	9	1415599	157289	162.151	< 2e-16 ***
<b>Modalidade:Colheita</b>	54	293508	5435	5.603	<2e-16 ***
<b>Residuals</b>	140	135802	970	-	-

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

**Quadro 54** – Tabela dos valores da análise de variância do P na solução de drenagem.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
<b>Modalidade</b>	6	186043	31007	341.110	< 2e-16 ***
<b>Colheita</b>	9	65295	7255	79.812	< 2e-16 ***
<b>Modalidade:Colheita</b>	54	34450	638	7.018	<2e-16 ***
<b>Residuals</b>	140	12726	91	-	-

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

**Quadro 55** – Tabela dos valores da análise de variância do K na solução de drenagem.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
<b>Modalidade</b>	6	1313286	218881	180.530	< 2e-16 ***
<b>Colheita</b>	9	666485	74054	61.078	< 2e-16 ***
<b>Modalidade:Colheita</b>	54	204333	3784	3.121	4.13e-08 ***
<b>Residuals</b>	140	169741	1212	-	-

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

**Quadro 56** – Tabela dos valores da análise de variância do Na na solução de drenagem.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
<b>Modalidade</b>	6	220590	36765	128.514	< 2e-16 ***
<b>Colheita</b>	9	65644	7294	25.496	< 2e-16 ***
<b>Modalidade:Colheita</b>	54	35966	666	2.328	3.97e-05 ***
<b>Residuals</b>	140	40051	286	-	-

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

**Quadro 57** – Tabela dos valores da análise de variância do Ca na solução de drenagem.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
<b>Modalidade</b>	6	414145	69024	222.999	< 2e-16 ***
<b>Colheita</b>	9	549651	61072	197.309	< 2e-16 ***
<b>Modalidade:Colheita</b>	54	108952	2018	6.518	<2e-16 ***
<b>Residuals</b>	140	43334	310	-	-

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1



**Quadro 58** – Tabela dos valores da análise de variância do Mg na solução de drenagem.

	<b>Df</b>	<b>Sum Sq</b>	<b>Mean Sq</b>	<b>F value</b>	<b>Pr(&gt;F)</b>
<b>Modalidade</b>	6	390461	65077	343.489	< 2e-16 ***
<b>Colheita</b>	9	279059	31007	163.659	< 2e-16 ***
<b>Modalidade:Colheita</b>	54	60470	1120	5.911	<2e-16 ***
<b>Residuals</b>	140	26524	189	-	-

**Signif. codes:** 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1